ACADÉMIE DE PARIS

UNIVERSITÉ DE PARIS-VI

Année 1972 N° 30

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN CHIRURGIE DENTAIRE

(Thèse de 3e cycle)

par

Georges, Laurent DELBART

Né le 22 Avril 1924 à Anzin (59)

Présentée et soutenue publiquement le

EAU DE MER ET MILIEU BUCCAL

Président de Thèse : Madame A. CHAPUT (Professeur)

DACTYLO-SORBONNE

8, Rue Casimir-Delavigne

PARIS-VI^e^

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549225_0001

ACADÉMIE DE PARIS

UNIVERSITÉ DE PARIS-VI

Année 1972 N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN CHIRURGIE DENTAIRE

(Thèse de 3e cycle)

par

Georges, Laurent DELBART

Né le 22 Avril 1924 à Anzin (59)

Présentée et soutenue publiquement le

EAU DE MER ET MILIEU BUCCAL

Président de Thèse : Madame A. CHAPUT (Professeur)

DACTYLO-SORBONNE

8, Rue Casimir-Delavigne

PARIS-VI^e^

1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

ACADEMIE DE PARIS

UNIVERSITE PARIS VI

-:-

Président de l'Université PARIS VI	M. HERPIN
Secrétaire Général	M. POULLAIN
Conservateur en Chef de la Bibliothèque	Melle BOUSSON
Bibliothécaires	Melle ROUSSEAUX
	Mme CLASTRES
	Melle PATURET

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

A mes Parents

A qui je dois tout.

En hommage à l'exemple qu'ils m'ont donné, ce témoignage de ma profonde affection et de ma reconnaissance

A mes enfants

Qui sont ma joie de vivre

En témoignage de ma profonde affection

A ma soeur

A mon beau-frère

En témoignage de mon affection et
de ma reconnaissance

A Madame le Professeur A. CHAPUT

Professeur sans chaire à la Faculté
de Médecine de Paris

Stomatologiste de l'Hôpital Tenon

Chevalier de la Légion d'Honneur

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter
de présider cette thèse

En témoignage de notre respectueuse
reconnaissance et de la bienveillance
qu'elle nous a témoignée

A Monsieur le Professeur BRISOU

Professeur de Bactériologie à la Faculté
de Médecine et de Pharmacie de Poitiers

Agrégé du Service de Santé de la Marine

Agrégé des Facultés de Médecine

Ancien professeur d'Hygiène navale à l'Ecole
d'Application

Chevalier de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

Médaille des Epidémies

Chevalier du Mérite Militaire

Qui a bien voulu nous guider dans l'élaboration de cette thèse et qui nous fait le grand honneur de participer au jury de sa soutenance

En témoignage de notre sincère gratitude et de notre reconnaissance

A la mémoire du Docteur Jean DELIBEROS

Ancien Directeur de l'Ecole Dentaire de Paris

Officier de la Légion d'Honneur

Qui avait amicalement accepté de participer à notre jury de thèse

En témoignage de notre respectueux souvenir et de notre attachement

A Monsieur Henri SAHEL

Professeur de l'Université Paris VI

Docteur en Chirurgie dentaire

Directeur de l'Ecole Dentaire de Paris

En remerciement d'avoir accepté de participer à notre jury de thèse

En témoignage de notre reconnaissance et de notre amitié

A Monsieur le Professeur F. LEBARD

Chef de service de Parodontologie à
l'Ecole Dentaire de Paris

Qui nous a fait le plaisir de participer
à notre jury de soutenance de thèse

En témoignage de notre reconnaissance

A Monsieur le Docteur Maurice AUBERT

Maître de Recherches à l'Institut National
de la Santé et de la Recherche Médicale

Directeur du Centre d'Etudes et de Recherches
de Biologie et d'Océonographie Médicale

et à Madame le Docteur Jacqueline AUBERT

Chargé de Recherches à l'Institut National
de la Santé et de la Recherche Médicale

A qui je dois d'avoir été initié à
l'Océonographie Médicale

En témoignage de notre reconnaissance

A M.C. PARCELIER

et J. VERNON

Grâce à qui ce travail a été rendu possible,
en témoignage de ma reconnaissance

A tous mes amis

A mes collaborateurs

EAU DE MER ET MILIEU BUCCAL

-:-

" La vie c'est la lutte ou la
collaboration entre l'organisme
et son milieu."

Cl. BERNARD

Eau de mer et milieu buccal

Plan

Introduction :
- But et limites
- Avertissement
- Historique

Intérêt Médical de l'eau de mer (Travaux de Quinton)

Composition de l'eau de mer

Propriétés de l'eau de mer

Eléments du milieu marin hostiles à l'homme

Eléments du milieu marin utiles à l'homme

Utilisation médicale de l'eau de mer : thalassothérapie et pélothérapie.

Recherche des éléments thérapeutiques de l'eau de mer :

I . Possibilité d'action antibactérienne ?

a) cultures de bactéries aérobies sur différentes eaux de mer pures non enrichies
   Discussion :
   Valeur des différents facteurs défavorables au développement bactérien dans l'eau de mer

b) cultures comparatives de bactéries issues de la flore de Veillon sur milieux V.L. enrichis préparés parallèlement à l'eau douce, et à l'eau de mer.
   Discussion

c) Influence de l'eau de mer sur l'activité de plusieurs antibiotiques et antiseptiques.

II. Possibilité d'action au niveau des échanges transmembranaires ?

"L'eau biologique"
"Chaleur et Milieu buccal"
Expérimentation de laboratoire :
" Mesures des températures rencontrées en bouche
-Discussion des résultats :
(Importance de la notion de chaleur dans les échanges osmotiques)
-Nomadisme et désordres buccaux
-Matière, vie et chaleur
-La chaleur agent d'agression physique, chimique et biologique
-Chaleur et Phylogenèse
-Intérêt de l'eau de mer vis à vis de l'hypercatabolisme

III. Possibilité d'action du climat marin comme adjuvant favorable au milieu buccal ?

Résumé

Conclusions :

- l'eau de mer ne peut-être utilisée toujours en toute innocuité
- l'eau de mer ne peut avoir d'action antibactérienne en milieu buccal
- l'eau de mer peut avoir une action au niveau des échanges transmembranaires.
- valeur intéressante des cures marines
- raisons d'une inconstance éventuelle des résultats thérapeutiques.

Introduction.

Il est admis actuellement que 70 % du corps humain sont constitués d'eau et depuis l'oeuvre admirable de René Quinton (1) nous savons qu'il existe une certaine similitude entre la composition chimique du milieu vital des vertébrés et l'eau de mer.

Les Américains Gregory et Overberger ont prouvé que la composition minérale de l'eau de mer comporte dans des proportions diverses tous les éléments chimiques de la classification de Mendeleiev, d'où l'intérêt de l'étude de ce biotope.

Enfin 75 % des formes vivantes connues se trouvent dans la mer et 25 % seulement se sont adaptées à la vie en eau douce ou terrestre. Presque toutes ces formes naissent, vivent et meurent dans le milieu marin. Lorsque l'on réalise la vie et l'espérance de survie existant dans ce milieu on incline à croire que cette biocenose comporte aussi des facteurs biologiques utiles à l'être humain.(Si tous les oeufs de morue parvenaient à éclosion et cette descendance à maturité l'Océan Atlantique serait comblé en six ans... Un habitant de la mer sur 10.000.000 échappe à une mort violente).

Jusque là l'homme a tiré de la terre la plupart des substances qui lui sont nécessaires tant du point de vue alimentaire, industriel ou thérapeutique. L'investigation du domaine marin à peine effleuré depuis 10 ans est susceptible d'élargir considérablement notre éventail de ressources. La sur-population du globe entraine dès à présent l'exploitation des océans. Enfin les sciences hydro-biologiques initialement descriptives et spéculatives évoluent de plus en plus grâce aux nécessités économiques vers des applications pratiques. Face à une telle évolution nous devons nous aussi essayer de cerner ce que l'écosystème marin peut apporter à notre discipline.

---

(1) R. Quinton "L'eau de mer, milieu organique (Masson 1912).

Devant les données d'un tel problème il nous a paru intéressant d'attacher une attention toute particulière aux possibilités d'action de l'eau de mer vis à vis du milieu buccal.

But et Limites.

Nous avions envisagé au départ de limiter notre étude à l'action du Phyto-plancton sur le microbisme buccal. Deux raisons nous ont incité par la suite à envisager ce travail d'une manière plus générale :

1) l'absence à notre connaissance, d'une étude globale de l'eau de mer en fonction de ses possibilités d'action sur le milieu buccal, ainsi que l'intérêt que Madama le Professeur Chaput semblait porter aux données de cette étude.

2) L'interrelation existant entre les différents constituants de l'eau de mer qui le plus souvent ne peuvent être étudiés isolèment. Nous tenons à remercier particulièrement le Professeur Brisou d'avoir attiré notre attention sur ce point capital lors de visites que nous lui avions rendu lorsque nous cherchions à limiter cette thèse.

3) Enfin notre expérience de la mer en tant que marin et la constatation de résultats inattendus et spontanés nous ont aussi incité au choix de ce sujet.

Sachant que l'eau de mer peut avoir une composition stable en proportion mais quantativement variable, le but du présent travail sera d'apprécier l'intérêt de l'eau de mer en biologie buccale, d'en étudier les différents composants et l'interrelation existant entre eux, afin :

1) de déterminer dans la mesure du possible si le fluide marin peut toujours être utilisé en toute innocuité dans une expérimentation clinique.

2) d'apprécier dans l'état actuel de nos connaissances quels constituants de cet écosystème peuvent avoir une action intéressante en milieu buccal et par voie de conséquence la valeur des cures marines.

3) connaitre les raisons d'une inconstance éventuelle des résultats thérapeutiques.

A V E R T I S S E M E N T

Prétendre approcher - dans un travail de thèse nécessairement limité - la connaissance de l'eau de mer et ses possibilités en thérapeutique buccale peut sembler une gageure.

Certains points de cette étude écologique pourront sembler à première vue très éloignés du sujet, mais, si nous devons les évoquer dans ce travail c'est :

- soit qu'ils interfèrent dans les mécanismes qui régissent la composition minérale ou organique de l'eau de mer, mécanisme qu'il est indispensable de comprendre au préalable.

- soit qu'ils semblent utiles à connaitre en vue d'une utilisation thérapeutique du fluide marin. L'étude de la pollution et de l'auto-épuration permettront par exemple une approche de l'étude antibactérienne éventuelle de l'eau de mer.

Nous ne dissimulerons pas les lacunes d'un tel travail aux vastes limites voire imprécises, que nous souhaitons voir accueillir avec une certaine indulgence par Madame la Présidente et Messieurs les Membres du jury.

Historique

Quatre siècles avant Jésus-Christ, les Thaumaturges égyptiens guérissaient Platon par une cure d'eau de mer et celui-ci écrivait alors :

"La mer lave tous les maux de l'homme...."
Hippocrate vanta aussi les qualités de cette médication et Ambroise Paré tenta de la remettre en honneur.

En 1750 Richard Russel dans "De tabe glandulari, sive de usu aquae marinae" suscite la curiosité du monde médical.

La deuxième moitié du XIXe siècle avec Claude Bernard montre que le milieu intérieur dans lequel baignent les cellules, conserve chez tous les êtres vivants des rapports nécessaires d'échange et d'équilibre avec le milieu cosmique.

René Quinton s'appuie sur les travaux de Claude Bernard pour énoncer la "loi de constance marine" prouvant par une expérimentation rigoureuse, l'identité physiologique entre l'eau de mer et le milieu vital des vertébrés. On constate en effet que bien que la concentration des sels puisse être différente, ils se trouvent dans le même ordre d'importance et dans des proportions voisines dans les deux milieux. Ces travaux sont la base de l'intérêt médical de l'eau de mer.

I N T E R E T M E D I C A L

D E L ' E A U D E M E R

(Travaux de René Quinton)

-:-

Intérêt de l'eau de mer en Biologie Humaine :

René Quinton semble avoir été le premier auteur à faire une étude approfondie de l'eau de mer et de son utilisation en biologie humaine. Il fut considéré de son temps comme l'un des grands continuateurs de Claude Bernard et le complémentaire de Pasteur. Quinton continue en effet les travaux de Claude Bernard sur le milieu liquide intérieur des vértébrés et se donna pour but de donner à la cellule organique la puissance afin qu'elle puisse se défendre contre les agressions dans les conditions les plus favorables.

A la suite d'un long raisonnement et de nombreuses expérimentations Quinton définit différentes lois dont la première dite "Loi de constance thermique" fut énoncée de la sorte :

"En face du refroidissement du globe, la vie apparue à l'Etat de cellule à une température déterminée tend à maintenir pour son haut fonctionnement cellulaire chez des organismes indéfiniment suscités, cette température des origines (44º)"

Quinton a pris toutes les précautions et en épistemologue rigoureux il tourne contre lui-même son esprit critique implacable. Il rappelle en particulier l'expérience de Jolyet : un lapin dont la température spécifique est de 39º et qui succombe rapidement à l'inoculation du charbon, résiste parfaitement et ne tombe pas malade si l'on élève artificiellement sa température à 43º par un séjour à l'étuve. En plein hiver le physiologiste pense au lézard que l'on voit en été se "rotir" au soleil et peut être s'agirait-il là d'un exemple qui pourrait infirmer sa loi. Jusqu'à l'été suivant le doute est en lui et il constate dés qu'il le peut que si en effet le lézard peut se promener sur des murs pouvant atteindre des températures très supérieures il meurt après huit minutes si on le maintient immobile sous une chaleur supérieure à 44º.

Claude Bernard indiquait déjà que la fixité du milieu intérieur était la condition d'une vie libre et indépendante.

Quant à W.D. Cannon dans son livre intitulé "La Sagesse du corps (1946) " il nous apprend que tous ces "mécanismes vitaux" dont parlait Claude Bernard et qu'il nomme lui dispositifs homéostatiques ont pour rôle de défendre l'intégrité de cette "matrice liquide" contre le monde extérieur. Le savant Russe Bogomoletz écrit dans son ouvrage "Comment prolonger la vie". La condition essentielle pour que la vie se prolonge est le changement périodique du milieu intérieur, son rajeunissement. Alexis Carrel écrivait aussi dans "L'Homme cet inconnu" le milieu liquide intérieur fait partie des tissus, pensant en cela que la structure et les fonctions des cellules sont déterminées par l'état physique, physico-chimique et chimique du liquide qui les entoure...

Cette tendance de la cellule à rechercher les conditions des origines amène Quinton à penser à une origine marine de la vie qui serait apparue à l'époque précambrienne, époque où la planète était recouverte par les océans. Le milieu liquide intérieur des vertébrés (Sang, lymphe etc...) et l'eau de mer semblent présenter une certaine similitude de composition et si son hypothèse est exacte Quinton doit pouvoir impunément remplacer une partie du plasma sanguin. De fait il expérimente sur des chiens dans le laboratoire de Marey dont il est devenu assistant et il réussit à injecter à des chiens saignés à blanc jusqu'à $104/_{100}$ de leur poids d'eau de mer ramenée à l'isotonie. Après 24 heures ces animaux sont rétablis et présentent un aspect plus vif qu'avant l'expérience. L'analyse chimique du milieu vital et du milieu marin confirme cette identité minérale et les sels sont contenus dans le même ordre d'importance.

Enfin bien que l'alimentation végétale des vertébrés supérieurs soit extraordinairement pauvre en soude il y a maintien actif de la composition marine du milieu vital. La "loi de constance marine" est alors formulée :

"La vie animale apparue à l'état de cellules dans les mers tend à maintenir pour son haut fonctionnement cellulaire à travers la série zoologique, les cellules constitutives des organismes dans le milieu marin des origines". Cependant une chose diffère, la concentration saline de l'eau de mer est de 35 grammes en moyenne par litre alors que celle du milieu intérieur des vertébrés les plus récents, mammifères et oiseaux, est de 7 g. pour 1000. Quinton en revient toujours à cette conclusion : l'ancienneté de l'espèce implique une déchéance proportionnelle, les organismes refusant de déchoir s'étant transformés en organismes nouveaux. Il émet donc l'hypothèse que les

espèces les plus récentes devraient avoir une concentration saline de leur milieu intérieur de 7 à 8 gr/1000 alors que les espèces les plus déchues pourront tendre vers la concentration actuelle de l'eau de mer soit 35 gr. Notons au passage que le dégré de concentration saline des mers est une question de physique qui n'a rien à voir avec la composition chimique et il est fort vraisemblable que le milieu marin ait vu au cours des âges sa concentration saline augmenter. Quinton expérimente de nouveau et prouve la véracité de son hypothèse il énonce donc une troisième loi dite Loi de constance osmotique : "La vie animale, apparue à l'état de cellule dans les mers d'une concentration saline déterminée, a tendu à maintenir pour son haut fonctionnement cellulaire, à travers la série zoologique cette concentration des origines".

Une fois de plus nous constatons que le milieu intérieur est bien le premier niveau physiologiquement et biologiquement fondamental de tout organisme, le liquide de culture de la vie cellulaire. Un organisme de si haut rang soit-il n'apparait désormais que comme un véritable "aquarium marin" ou continue à vivre dans les conditions aquatiques des origines les cellules qui le constitue. Quinton en arrive maintenant à énoncer une Loi de constance générale ainsi formulée : "En face des variations de tout ordre que peuvent subir aux cours des âges les différents habitats, la vie animale apparue à l'état de cellule dans des conditions physiques et chimiques déterminées tend à maintenir pour son haut fonctionnement cellulaire à travers la série zoologique ces conditions des origines".

Quinton tient maintenant à expérimenter en thérapeutique humaine. On lui abandonne un moribond atteint de la typhoïde en plein coma terminal, sept heures après l'injection intraveineuse d'eau de mer le malade calé sur ses oreillers discute avec son infirmière. Il en est sensiblement de même après l'injection intraveineuse massive pratiquée sur un jeune homme qui s'est empoisonné avec de l'acide oxalique.

Pour faire ces injections Quinton ramène d'abord l'eau de mer à l'isotonie afin d'écarter une inconnue et un trouble possible dans les expérimentations, mais certains médecins ont expérimenté par la suite de l'eau de mer pure qui serait bien tolérée et aurait l'avantage de diminuer ainsi les doses. Au début Quinton utilisait de l'eau distillée pour ramener l'eau de mer à l'isotonie, mais ce biologiste inné cherche une expérimentation permettant de savoir si ce mélange ne fait pas perdre à l'eau de mer quelques propriétés. Il plonge des oeufs

d'oursins et des globules blancs dans ce mélange et constate que ni les uns ni les autres ne survivent dans l'eau de mer additionnée d'eau distillée. Après diverses expérimentations, Quinton trouve enfin le liquide qui permet l'éclosion des oeufs d'oursin et la survie des globules blancs, c'est l'eau de source filtrée. Le plasma de Quinton sera désormais composé d'eau de mer captée dans certaines conditions qu'il a déterminé et additionné d'eau de source filtrée.

Pendant des années Quinton applique son traitement marin pour accumuler les observations dans les hôpitaux Parisiens : St Louis, Beaujon, Hôtel-Dieu, Tenon, La Pitié, grâce à la compréhension de médecins chefs comme Tenesson, Dufocq, Vasquez, Klippel, Achard, Brault, Widal, Babinski et à l'asile des Mouleaux prés d'Arcachon dans les services de Lalesque et de Festal.

De nombreux cas de toxicose sont traités avec succès. Il en est de même dans de nombreux pays étrangers ou des cliniques marines ou dispensaires sont créés comme en France. Enfin Quinton pressent les possibilités du traitement prénatal marin et des résultats favorables semblent avoir été obtenus : les stigmates qui caractérisent les héréditaires tendent à s'effacer ou même sont effacés.

Enfin en 1956 Jacques Menetrier créateur en France de la thérapeutique par les oligo-éléments écrit : "on peut considérer l'association eau de mer + catalyseur comme une intervention de complémentaire sur le milieu organique, il apparait en effet de plus en plus que les échanges d'ions sont à la base de tous les phénomènes métaboliques, or ces échanges dépendent à la fois du milieu électrolytique et de la circulation normale ou perturbée des ions. Dans l'ensemble des phénomènes électroniques (acquisition ou échange d'ions en vue de constituer la matière organique), les catalyseurs interviennent vraisemblablement comme échangeurs et l'eau de mer comme milieu d'échange. Le caractère particulier de l'eau de mer... sa teneur en oligo-éléments en font le milieu le plus adapté et le plus favorable à la vie c'est à dire pour moi au processus naturel d'échange".

En conclusion nous dégagerons donc de l'étude de l'oeuvre de Quinton trois notions importantes pour nous :

1) La température de 44º peut être considérée comme la température de haut fonctionnement cellulaire des origines.

2) La similitude de composition de l'eau de mer et du milieu vital des vertébrés.

3) L'eau de mer est non seulement bien tolérée par l'organisme humain mais peut même lui être profitable.

COMPOSITION DE L'EAU DE MER

ELEMENTS ENTRANT DANS LA COMPOSITION DE L'EAU DE MER

A) eau de mer milieu minéral

1. principaux constituants
2. constituants secondaires
3. gaz dissous dans l'eau de mer

B) eau de mer milieu organique

Biomasse planctonique

1. définition
2. historique
3. les pêches planctoniques et leur étude
4. Résultats

   a) phytoplancton
   b) zoo-plancton
   c) Conditions de développement

      α) du phyto-plancton
      β) du zoo-plancton
      γ) aspect dynamique du problème

   d) étude chimique de la biomasse planctonique

      α) éléments simples
      β) éléments complexes
      γ) radioactivité

Composition de l'eau de mer

Eléments entrant dans la composition de l'eau de mer (d'après Engel) (par km3 d'eau de mer)

Oxygène	878 775 000	tonnes
Hydrogène	110 800 000	"
Chlore	19 500 000	"
Sodium	10 775 000	"
Magnésium	1 333 000	"
Soufre	923 000	"
Calcium	410 000	"
Potassium	390 000	"
Brome	66 600	"
Carbone	28 700	"
Strontium	8 200	"
Bore	4 900	"
Silicium	3 075	"
Fluor	1 333	"
Argon	615	"
Azote	511	"
Lithium	205	"
Rubidium	123	"
Phosphore	72	"
Iode	51	"
Indium	20,5	"
Zinc	10,23	"
Fer	10,23	"
Aluminium	10,23	"
Molybdène	10,23	"
Barium	6,31	"
Plomb	3,05	"
Etain	3,05	"
Cuivre	3,05	"
Arsenic	3,05	"
Protactinium	3,05	"
Sélénium	3,05	"
Vanadium	2,05	"
Manganèse	2,05	"
Titane	1,025	"
Thorium	720	kg
Césium	520	"
Antimoine	520	"
Cobalt	500	"
Nickel	500	"
Cerium	390	"
Yttrium	300	"
Argent	300	"
Lanthane	300	"

Krypton	300	"
Néon	300	"
Bismuth	205	"
Tungstène	100	"
Xenon	100	"
Germanium	61	"
Cadmium	56	"
Chrome	51	"
Scandium	41	"
Mercure	30,5	"
Gallium	30,5	"
Tellure	10	"
Niobium	5	"
Hélium	5	"
Or	4	"
Radium	32	mg
Radon	0,009	"

A) Milieu Minéral.

Les premières analyses sérieuses de l'eau de mer ont été réalisées par Forchhammer (1864) et surtout Dittmar (1884) à partir de 77 échantillons prélevés par le navire océanographique" Challenger " en différents points des mers du globe. Ces analyses avaient permis de définir la composition moyenne de ce liquide bien particulier.

Le fluide marin étant une solution d'électrolytes Lyman et Fleming ont calculé en 1940 la composition ionique de ce liquide dont les résultats sont consignés dans le tableau suivant qui donne la composition ionique d'un kilogramme d'eau de mer moyenne :

	Composition en ions	Quantité en grammes	Pourcentage
ANIONS	Chlore (Cl^-)	18,980	55,04
	Sulfate (SO_4^-)	2,649	7,68
	Brome (Br^-)	0,065	0,19
	Bicarbonate (HCO_3^-)	0,140	0,41
	Fluor (F^-)	0,001	0,00
	Acide borique (non dissocié)	0,026	0,07
CATIONS	Sodium (Na^+)	10,556	30,61
	Magnésium (Mg^{++})	1,272	3,69
	Calcium (Ca^{++})	0,400	1,16
	Potassium (K^+)	0,380	1,10
	Strontium (Sr^{++})	0,013	0,04
	Total	34,482	99,99

Tels sont les principaux constituants majeurs ; les constituants mineurs ne représentant que 0,04 % de la totalité des sels contenus dans cette eau. Certains de ces constituants mineurs n'existent qu'à l'état de traces indosables et leur présence n'a été établie qu'indirectement, ils ont en effet été trouvés dans certains organismes marins et dans des dépôts sédimentaires dans lesquels ces oligo-éléments se trouvaient à une concentration beaucoup plus grande.

Enfin, après de nombreuses analyses, les chimistes ont pu mettre en évidence la règle fondamentale de la constance de composition. Si la quantité totale de sels dissous peut varier sensiblement suivant les différentes régions du globe par contre les rapports des quantités d'ions restent constants entre eux comme nous l'avons déjà signalé incidemment.

$\frac{CL}{SO_4}$ = Constante ; $\frac{CL}{Na}$ = Constante ; $\frac{Na}{Mg}$ = Constante, etc...

A partir de la détermination d'un seul élément on peut donc déduire la quantité totale des sels dissous.

La Salinité.

La salinité moyenne des mers est de S = 35 g pour 1000 et la méthode la plus commode pour la mesurer puisque le rapport des quantités d'ions est constant est de mesurer la chlorinité. Pour ce faire on utilise la méthode définie par Knudsen.

Si la salinité moyenne des eaux de mer de surface est de 35 g pour 1000 elle peut cependant varier de 40 g pour 1000 en Mer Rouge par exemple, à 1 g pour 1000 dans le golfe de Finlande pour les raisons suivantes :

1) La température :;l'évaporation provoquant une augmentation de la salinité par concentration.
2) Les apports en eau douce, pluies ou fleuves qui provoquent une diminution de la salinité par dilution. Des cartes de salinité ont été établies sur lesquelles figurent des courbes isohyalines (courbes d'égale salinité).

En ce qui concerne les eaux profondes, elles sont généralement plus salines près des côtes (par apport d'eau douce en surface) et par contre généralement moins salines dans les zones océaniques (les eaux superficielles se concentrant par évaporation).

Constituants de l'eau de mer :

1) Principaux constituants.

Certains de ces principaux constituants jouent un grand rôle dans les phénomènes physico-chimiques et dans les phénomènes biochimiques du milieu marin.

Chlorure de Sodium :

Le Chlorure de Sodium représente près de 80 % des sels en solution dans une eau océanique moyenne. Si les ions Cl^- et Na^+ n'entrent pas ou peu dans la composition des tissus végétaux ou animaux ils jouent par contre un rôle important dans la physiologie de ces êtres vivants en constituant les ions essentiels de leur milieu intérieur (liquide des cavités, sang, etc...). Dans le tableau suivant, les valeurs relatives ont été données en se rapportant aux ions sodium de l'eau de mer ramenés à 100.

	eau de mer	oursin	homard
Cl^-	180	182	156
Na^+	100	100	100

Il n'y a rien d'étonnant à ce que les invertébrés marins présentent une composition de leur milieu interne voisine de l'eau de mer puisque ce sont des animaux d'équilibre osmotique direct Au contraire les vertébrés supérieurs (reptiles, oiseaux, mammifères) ont une "indépendance osmotique" qui nécessite une auto-régulation compliquée (reins, poumons).

Les vertébrés inférieurs, par contre ont une position intermédiaire puisqu'il ont une pression osmotique du milieu intérieur différente de celle du milieu extérieur mais restent vis à vis de celui-ci dans une étroite dépendance.

Magnésium.

Le magnésium est le cation le plus abondant après le Sodium. Surtout présent sous forme de carbonate ou d'hydroxyde dont la solubilité dans l'eau de mer est plus forte que dans l'eau douce.

Calcium.

Le Calcium qui est un cation est trouvé sous forme de carbonate et en faible quantité :

$$\frac{Ca}{Mg} = 0,3212$$

Potassium.

Le Potassium est en rapport constant avec Cl $\frac{K}{Cl} = 0,02$ mais certaines eaux littorales peuvent avoir une teneur modifiée par suite de l'absorption du calcium par les grandes algues.

Strontium.

Le strontium est en rapport étroit avec le chlore $\frac{SR}{Cl}=0,0007$. Son importance dans la physiologie des organismes n'est pas encore tout à fait établie, le rapport $\frac{Sr}{Ca}$ des coquilles de mollusques serait proportionnel à ce même rapport dans le milieu ambiant.

Bore :

Le Bore existe sous la forme d'acide borique.

Soufre :

Le soufre apparaît sous la forme ionique de SO_4 parfois transformé par un processus microbien la sulfato-réduction en SH_2.

Il convient de reconnaître que nos connaissances sont encore très incomplètes quant à l'importance de la plupart des éléments précités en biologie marine, mais il est essentiel de se souvenir de la notion de constance chimique relative de composition de l'eau de mer. Sodium et Potassium ayant une importance capitale en biologie cellulaire humaine nous étudierons plus loin l'intérêt de ces deux électrolytes.

2) Constituants secondaires de l'eau de mer.

Les constituants secondaires de l'eau de mer ne constituent qu'environ 0,04 % de la totalité des éléments dissous, soit 0,02 g par Kilogramme d'eau de mer.

Le tableau suivant donne la concentration (exprimée en milligrammes par mètre cube mg/M3),de ces éléments secondaires

Aluminium	1,9	Gallium	0,5
Lithium	100	Cobalt	0,1
Iode	50	Nickel	0,5
Baryum	50	Bismuth	0,2
Rubidium	20	Cérium	0,4
Arsenic	20	Scandium	0,4
Cuivre	10	Lanthane	0,3
Zinc	10	Yttrium	0,3
Plomb	5	Mercure	0,3
Sélénium	4	Argent	0,3
Etain	3	Or	0,006
Caesium	2	Fer	1 à 60
Uranium	1	Radium	0,000 000 01
Manganèse	1 à 10	Silice	10 à 1 250
Thorium	< 0,5	Carbone	1 500
Vanadium	0,3	Azote	10 à 7 000
Molybdène	0,5	Phosphore	1 à 100

Comme nous l'avons déjà signalé d'autres éléments ont encore été identifiés dans des organismes marins, leurs traces étant indosables dans l'eau de mer : Cadmium, Titane, Chrome, T Thallium, Germanium, Antimoine. Certains de ces éléments présentent un intérêt particulier. Il faut distinguer ceux qui ont une concentration relativement constante et ceux dont la concentration varie dans le temps et dans l'espace en fonction des activités et des cycles biologiques.

Fer.

Le fer ionisé est rare ; la plus grande partie existe à l'état de micelles colloïdales ou même à l'état de particules d'hydroxyde ferrique dont la solubilité en milieu marin est très faible.

Comme les nitrates et phosphates, le fer est un facteur nécessaire au développement du Plancton végétal et, par là même, de tout le cycle de la vie en milieu marin. S'il y a "panne de fer" les diatomées ne se reproduisent plus. Des variations saisonnières de la concentration en fer ont été constatées en rapport avec le développement du phyto-plancton.

Le fer se trouve 6.000 fois plus concentré dans les animaux marins que dans l'eau de mer, on sait que cet élément est essentiel pour les vertébrés marins, de même que pour les vertébrés terrestres puisqu'il entre notamment dans la composition de l'hémoglobine du sang.

Enfin le fer est très abondant dans les sédiments marins et notamment dans les vases du plateau continental et du littoral.

Manganèse.

Le manganèse a été moins étudié que le fer, il se trouve lui aussi plus concentré dans les organismes marins que dans l'eau de mer et semble être un facteur nécessaire à la croissance des algues planctoniques. Enfin on le trouve concentré dans les sédiments marins formant dans certains cas d'importants nodules principalement dans le Pacifique, on estime que 20 à 50 % des fonds du Pacifique seraient recouverts de nodules de manganèse et la densité de répartition serait d'après les Américains de 15 à 40.000 Tonnes au Kilomètres carré. Il se peut, d'après certains auteurs, qu'une dent de requin constitue le noyau de ces nodules !

Cuivre.

Le cuivre se trouve dans l'eau de mer à raison de 20 mg par m3 environ. Il intervient dans la biologie marine sous des aspects divers. Le cuivre entre dans la composition de l'hemocyanine, pigment respiratoire contenu dans le sang des mollusques ; par ailleurs il favorise la fixation immédiate des larves d'huitres. En revanche si la concentration en cuivre atteint 1000 mg par m3 elle devient toxique pour les organismes marins, tout au moins d'après les auteurs classiques, les données actuelles semblant moins formelles.

Radium.

La quantité de radium est généralement plus élevée dans les couches profondes que dans les couches superficielles ou les organismes marins le concentrent dans la proportion de 1 à 100.

Enfin dans les dépôts littoraux l'existence de radium serait un des facteurs de l'intérêt que la médecine porte aux vases comme élément thérapeutique (affections rhumatismales par exemple).

Carbone.

Le carbone se trouve à l'état organique, il entre dans cet état dans la composition des organismes marins. Ce carbone sous forme de matière organique dissoute ou en suspension provient en totalité de l'activité photosynthétique des plantes terrestres ou marines.

Sels contenant de l'azote (nitrites ou nitrates) ou du phosphore (phosphates).

Ces sels sont par excellence nécessaires à la vie marine. Ils sont en quelque sorte les "engrais de la prairie marine" (phyto-plancton).

Les proportions de nitrates varient en surface en fonction des régions et des époques de l'année. Les eaux profondes ont au contraire une teneur plus constante et relativement plus élevée ; ce sont en somme les réservoirs des couches superficielles.

Origine des éléments dissous.

Le volume marin total étant de 137 x 10^{10} km3 l'ensemble de ces eaux océaniques contient donc 5 x 10^{16} Tonnes de substances dissoutes.

Ce chiffre est impressionnant et l'on admettait jusque là que la plus grande partie des éléments dissous dans l'eau de mer provenait du "lessivage" de l'écorce terrestre. Depuis peu (octobre 1968) la théorie de Wegener sur la dérive des continents a pu être confirmée. Nous savions jusque là que le fond des océans était divisé en deux par une immense chaîne de montagnes longue de 64.000 km, large de 2000 km et haute de 2000 mètres environ. Les forages du navire océanographique américain "Glomar Challenger" ont permis de découvrir en octobre 1968 que le long de la crête de ces montagnes court un fossé profond le "Rift". Les deux lèvres de cette plaie béante de la terre s'écartent à la vitesse de plusieurs centimètres par an pour laisser la terre "suppurer" son magma. Cette lave en fusion monte, bouillonne, se refroidit et alimente les océans en minéraux rares et ce à des concentrations très importantes qui paraissent même exploitables.

3) Gaz dissous dans l'eau de mer.

On trouve de l'oxygène, de l'azote et du gaz carbonique.

a) Oxygène. L'oxygène provient en partie de l'oxygène contenu dans l'air mais surtout de l'activité photosynthétique des espèces végétales dans les couches superficielles.

Les eaux de surface ont une concentration en oxygène voisine de la saturation et ce point pourra être important à retenir pour la thérapeutique buccale. Toutefois cette saturation est fonction de la température de l'eau, ainsi cette teneur en

oxygène dans les eaux polaires peut être deux fois plus élevée que dans les eaux tropicales. On a remarqué aussi une variation diurne du taux d'oxygène dissous dû d'une part à la température et d'autre part à l'activité du photosynthétique du phyto-plancton. Cette teneur demeure relativement stable dans la zône de photo-synthèse puis passe un minimum sous cette zône photo-synthétique entre 200 et 1000 mètres dû à l'oxydation par les bactéries des particules organiques tombant des couches supérieures. Cette concentration augmente ensuite de nouveau dans les eaux profondes.

Toutefois dans certaines mers fermées les eaux profondes sont pauvres en oxygène dissous et parfois même en sont totalement dépourvues au voisinage des fonds riches en matières organiques et en bactéries.

Dans certains cas extrêmes l'oxygène est remplacé par de l'hydrogène sulfuré produit par la putréfaction des matières organiques.

a) Azote dissous.

A côté de l'oxygène dissous, et quand elle est en équilibre avec l'atmosphère, l'eau de mer contient aussi de l'azote dissous. La concentration de l'azote est également fonction de la température et de la salinité.

Enfin l'eau de mer contient, des traces d'hélium et de néon qui sont en solution.

c) Le gaz carbonique dissous et son système.

L'air atmosphérique a une concentration sensiblement stable en gaz carbonique. Au contact de l'eau de mer le CO_2 se dissout jusqu'à ce que sa concentration soit en équilibre avec celle de l'air atmosphérique.

d) pH.

La valeur moyenne du pH est voisine de 8. Le plus souvent entre 7,5 et 7,8.

Elle varie faiblement en fonction de la température - de la salinité - de la profondeur.

Près des côtes on a observé des pH plus élevés pouvant atteindre 9, valeur due à l'activité photo-synthétique des algues et du Plancton végétal. Au contraire le pH peut descendre à 7 lorsque la vie végétale fait défaut.

B) Milieu organique.

L'ensemble des particules organiques contenues dans l'eau de mer porte le nom de SESTON dont fait partie le plancton, le tripton étant composé des particules organiques non vivantes.

Le Plancton.

Il s'agit là d'une forme vitale très originale. Ses éléments tirent leur substance du milieu ambiant et n'ont aucun rapport direct avec le sol ; correlativement ce milieu ambiant à caractères physico-chimiques particuliers leur a imprimé sa marque ; ils ont conservé bien souvent une structure qui a traversé sans heurts les époques géologiques. Pour certains éléments aussi leur appartenance au règne animal ou végétal n'est pas tranchée avec netteté.

Biomasse Planctonique.

1) Définition.

Les formes vitales de la biosphère marine peuvent :
soit être en rapport avec le sol, qu'elles aient une vie sessile ou errante, c'est le "Benthos".
soit ne pas être en rapport avec le sol mais évoluant uniquement dans le milieu marin. Suivant la motilité des éléments constituants on subdivise cette classification :

1) en Nekton dont les éléments formés d'organismes de nature animale sont dotés d'une grande puissance natatoire, pouvant se mouvoir activement et à leur gré contre vagues et courants.

2) en Plancton : il s'agit ici d'organismes de nature animale ou végétale qui flottent plus ou moins passivement dans l'eau de mer. Certains de ces organismes passent toute leur vie dans le milieu planctonique (formes holo-planctoniques) d'autres provenant du Benthos ou du Nekton n'y séjournent que durant une période plus ou moins longue en rapport le plus souvent avec leur cycle évolutif (formes mero-planctoniques). Par le terme de "biomasse planctonique" on désignera l'ensemble des organismes du Plancton vivant dans un volume d'eau défini. Enfin dans le Seston, l'ensemble des particules flottantes organiques non vivantes (organismes morts, détritus, suspensions colloïdales, etc...) constitue le Tripton.

2) Historique.

Le mot "Plancton" tire son origine du grec et signifie : "errant". Homère dans l'Odyssée désigne déjà sous ce terme les

animaux flottants qu'Ulysse avait rencontré en rentrant du siège de Troie. Aristote aussi utilise ce terme.

Vers la fin du XVIIIe siècle Forskal étudie le macroplancton et au XIXe siècle Müller commence à étudier le microplancton. En 1887 un physiologiste allemand reprend le terme pour désigner tout ce qui flotte dans l'eau : "alles was in Wasser treibt". Depuis les recherches de formes nouvelles se poursuivent mais sont loin d'être épuisées.

3) Les Pêches planctoniques et leur étude.

La pêche du Plancton se pratique en traitant à faible vitesse un filet conique terminé par un collecteur de plexiglass de forme cruciforme ou de pots en verre.

Dimension : on distingue cinq catégories de plancton suivant la taille

1) ultra-plancton $< 5\ \mu$
2) nano-plancton entre 5 et 50 μ
3) micro-plancton entre 50μ et 1m/m
4) meso-plancton entre 1 et 5 m/m
5) macro-plancton > 5 m/m

4) Résultats :

Variétés de plancton.

Entre Zoo-plancton et Phyto-plancton il n'y a pas à vrai dire, de délimitation très nette entre les deux règnes animal et végétal : Les Dinoflagellés, par exemple, bien que possédant un pigment chlorophyllien et de la cellulose, se comportent souvent comme des animalcules se déplaçant, capturant et ingérant des proies qui sont parfois certains de leurs congénères.

a) Phytoplancton :

La plupart de ses constituants sont holoplanctoniques, quelques formes de provenance benthique existent, en particulier les sargasses des mers chaudes dont les tiges se détachent du sol, montent et flottent à la surface de la mer le reste de leur vie. Tous les autres sont holoplanctoniques.

Diatomées :

Le plus important des constituants du phytoplancton. Ce sont des algues unicellulaires microscopiques comprenant plusieurs milliers d'espèces. On distingue d'une part le noyau et d'autre part des petits grains pigmentés les uns verts de

chlorophylle, les autres bruns de diatomine. Enfin on distingue également des gouttelettes d'huile. La carapace des diatomées est composée de silice translucide.

Les Péridiniens ou Dinoflagellés.

Ce sont des organismes unicellulaires qui comme les diatomées contiennent un pigment chlorophyllien mais ils possédent deux flagelles. Certains d'entre eux sont responsables des "Eaux Rouges", eaux sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement étant donné leur toxicité.

Les Coccolithophorides.

Sont également unicellulaires, leur carapace est formée de petites écailles calcaires, les coccolithes.

Les Cyanophycées.

Se distinguent des algues et des végétaux en général par la présence de noyaux individualisés, de plastes et de chondriosomes. Elles sont généralement de couleur bleuâtre. Les cyanophycées seraient les plus primitives parmi les organismes autotrophes.

Les Xanthophycées.

Sont représentées par un certain nombre d'algues confondues avec les algues vertes ou chlorophycées.

Il est important d'insister sur le fait que certaines espèces planctoniques sont toxiques par elles-mêmes. D'autre part si le plancton peut être utilisé dans un but alimentaire il faut savoir qu'il est à l'heure actuelle de plus en plus pollué.

Nous remercierons au passage le Docteur Aubert, Directeur du C.E.R.B.O.M. (Centre d'études et de recherches de biologie et d'océanographie médicale) d'avoir accepté que nous puissions faire des stages sur cette question dans son laboratoire ainsi que Jean-Marc Pincemin Assistant à la Faculté des Sciences de Nice de nous avoir initié aux techniques du phytoplancton.

b) Zooplancton.

Presque tous les groupes du régime animal.

1. Les Rhizopodes.

Ce sont des organismes microscopiques ou submicroscopiques mais se groupant parfois en colonie.

Ce groupe est composé par :
a) Les Foraminifères,
b) Les Radiolaires,
c) Les Acanthaires,
d) Les Tintinnides,
e) Les Heliozoaires.

2. Les Hyponeuriens comprennent :

a) Les Rotifères,
b) Les Brachiopodes,
c) Les Mollusques,
d) Les Arthropodes (crustacés). Parmi eux les Copépodes constituent le groupe le plus important du Zooplancton (70 %)

3. Les Spongiaires.

Ne sont représentés dans le Plancton que par leurs larves.

Les Cœlentères.

Certaines sont holoplanctoniques comme les Siphonophores et les Ctenophores, d'autres n'appartiennent au Plancton que durant un stade reproducteur : les méduses par exemple. Des cellules urticantes réparties dans l'ectoderme des Coelentères (à l'exception des Ctenophores) furent à l'origine de la découverte de l'anaphylaxie par Richet et Portier en 1901).

Les Echinodermes sont tous benthiques sauf une forme holoplanctonique une petite holoturie des mers chaudes.

Les Vermidiens.

Les Tuniciers.

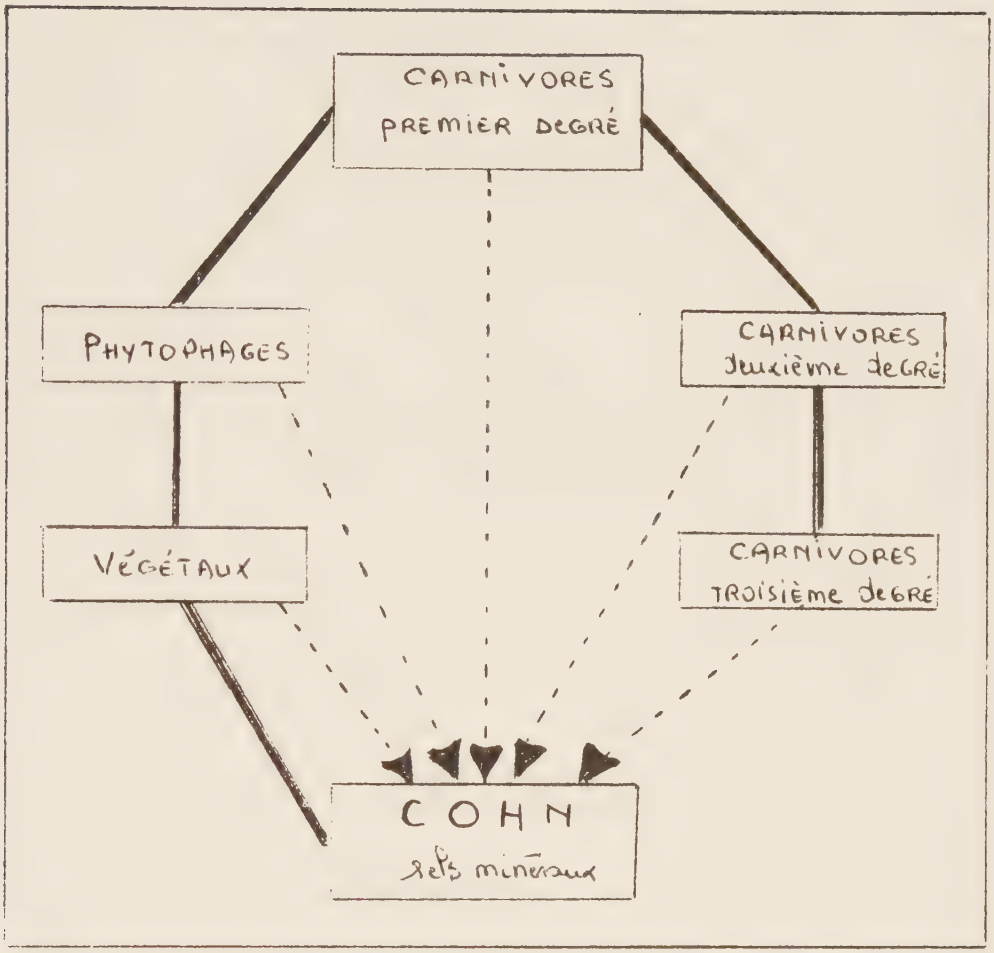
Les poissons sont essentiellement représentés par des oeufs ou des alevins.

Ces différentes formes peuvent se rencontrer dans les pêches planctoniques dans des proportions variables. Le Phytoplancton pouvant être doué d'après certains auteurs d'une action antibiotique comme nous le verrons par la suite nous étudierons les facteurs intervenant dans son développement.

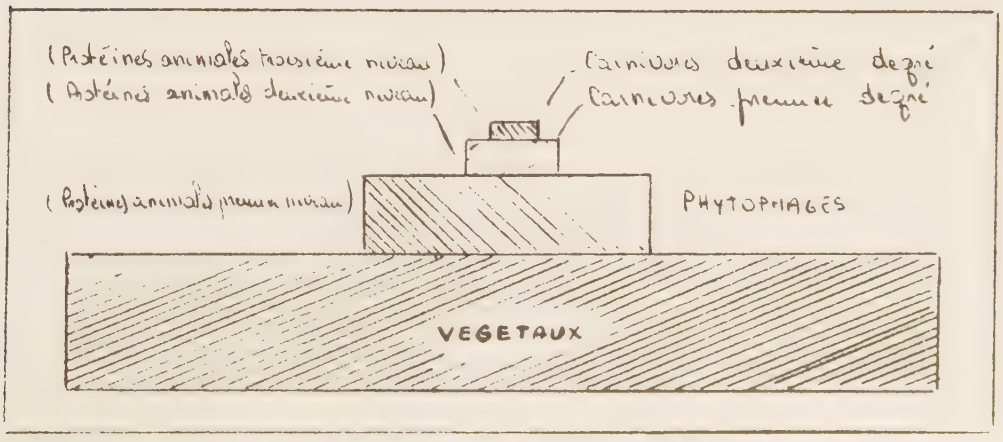
c) Conditions de développement du Plancton.

α) conditions de développement du Phyto-plancton :

Le Phytoplancton étant l'aliment de base en mer il est



LA CHAINE ALIMENTAIRE (très schématisée et arbitrairement arrêté aux carnivores troisième degré)



PYRAMIDE des BIOMASSES

intéressant de donner un aperçu de l'importance de son développement.

Dans le monde marin comme sur la terre la dépendance reste la même : le carnivore dépend de l'herbivore, l'herbivore du monde végétal, le monde végétal des sels minéraux. Mais si les végétaux autotrophes peuvent élaborer leur substance organique à partir d'éléments purement minéraux par photosynthèse, par contre les végétaux hétérotrophes et les animaux ont besoin de recevoir leur nourriture sous forme organique. Pour donner une idée de la pyramide de la vie marine M.J. Berril donne dans "L'Univers et nous" l'exemple suivant :

Le mégaptère, genre de baléinoptère qui n'est pas de loin le plus grand des cétacés à besoin d'une tonne de harengs pour se sentir rassassié soit 5000 harengs, chacun de ceux-ci peut avoir 6 à 7000 petits crustacés en cours de digestion lesquels ont les uns et les autres une capacité d'absorption de 130.000 Diatomées.

Autrement dit 400 milliards de Diatomées sustentent un unique baléinoptère durant quelques heures au plus.

Les conditions du développement du Phyto-plancton sont : le gaz carbonique, la lumière et les engrais minéraux (phosphates et nitrates).

β) Conditions de développement du Zooplancton :

Il est admis que chaque élément du Zooplancton est capable d'absorber chaque jour la moitié de son poids de nourriture.

Les facteurs intervenant dans le développement du plancton animal sont la température et la salinité.

γ) Rôle des bactéries :

Les bactéries ont une activité lytique à l'égard des particules organiques qui tombent lentement vers les profondeurs. Il faut ajouter à cette action celle de synthèse : fixation de l'azote, synthèse d'acides aminés, d'acides gras à partir d'éléments minéraux.

Ainsi certaines bactéries, tout comme le phytoplancton autotrophe serviront d'aliments aux organismes hétérotrophes.

Rapport quantitatif entre Phytoplancton et Zoo-plancton établi par l'Agence Internationale de l'énergie Atomique (Vienne 1960) :

Lieu	Epoque	Biomasse en rapport mg/m3 Phyto-Zoo	Rapport Phyto-Zoo
Mers arctiques	Hiver	410.52	8
	Printemps	2410.122	20
	Eté	560.230	2,5
Mer de Barentz	Printemps	600.140	4
Mer du Nord	Février	27.241	0,1
Plymouth	Moyenne annuelle	120.60	2

γ) Aspect dynamique du problème : (cycle biologique de l'eau de mer)

Diverses raisons interviennent pour qu'il n'y ait pas sédimentation progressive et totale des sels dissous d'où en corollaire diminution puis disparition de toute végétation ce qui menerait fatalement à une absence totale de vie animale.

Ici intervient l'action nécessaire des tempêtes et des grands courants océaniques. Les tempêtes ont surtout une action près des côtes sur le plateau littoral ou dans les mers plus profondes comme la Manche par exemple (50 m de profondeur maximum sauf en quelques rares endroits), quant aux eaux du large des autres mers elles sont surtout brassées, étant donné leurs grandes profondeurs, par les courants océaniques.

En 1928 Harvey mit en évidence dans la Manche un cycle saisonnier confirmé depuis par de nombreux travaux. Les tempêtes d'automne et d'hiver provoquent des concentrations importantes en sels nutritifs et en gaz dissous dans les eaux de surface, concentration qui diminuent rapidement au printemps tandis que l'on assiste à une croissance et à une multiplication brutale des diatomées. En même temps l'échauffement des couches supérieures d'eau tend par stratification densimétrique à réduire les échanges entre les eaux de surface chaudes et riches en phyto-plancton et les eaux des profondeurs froides et pauvres en végétation. Le processus aboutit à l'établissement d'un régime stable, les deux couches superficielles et profondes étant séparées par une frange de discontinuité appelée "thermocline". Ce régime se poursuit jusqu'à l'automne où le brassage dû aux tempêtes réensemence les couches superficielles en sels nutritifs, une nouvelle floraison phyto-planctonique

apparait mais se trouve limitée en cette saison par la diminution de l'intensité lumineuse et la chute progressive de la température due à l'approche de l'hiver. Durant cette saison le brassage marin sera important, les apports terrestres dûs aux fleuves augmentent et les réserves de surface seront réconstituées pour un nouveau cycle qui recommencera avec l'arrivée du printemps.

Dans les zones du large l'action des tempêtes est limitée eu égard aux profondeurs importantes des océans et l'action précédente se trouve ici réalisée par des courants ascendants (Upwellings) ou courants descendants par enfoncement des eaux de surface (Cascadings). Des courants de surface brassent aussi les eaux de surface à travers les grands bassins océaniques. L'Atlantique par exemple est brassé par deux courants giratoires tournant dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère Nord et dans le sens inverse dans l'Hémisphère Sud. Ces courants isolent des Zones centrales plus calmes mais aussi évidemment plus pauvres.

Les raisons et les explications de ces courants complexes font intervenir des facteurs astronomiques, climatologiques, densimétriques etc... dont on commence à sérier les effets.

Cette dynamique des eaux est d'une importance capitale pour le maintien de la composition de l'eau de mer et de la vie à tous les niveaux. Sans elle l'océan deviendrait vite un désert par asphyxie en profondeur, par épuisement en surface.

L'étude de cette dynamique de l'eau de mer permettra donc dans l'avenir de mieux apprécier à des fins thérapeutiques les lieux et périodes de temps où son utilisation risque d'être la plus favorable. L'optimum serait donc situé au printemps sur des zones peu profondes.

d) Etude chimique de la Biomasse Planctonique.

Si l'écologie des éléments du plancton est déjà bien avancée par contre leurs processus métaboliques intimes et leur constitution chimique sont encore peu connus.

Dans sa thèse de doctorat en médecine M.P. Verhaeghe donne les précisions suivantes :

α) Eléments simples. On peut dire que tous les éléments simples ont été retrouvés.

I. ELEMENTS CONSTITUANTS (18)				
Principaux 1-60 %	Secondaires 0,05-1 %	Microconstituants / 0,005 %	Secondaires	Microconstituants
H	Na	B	Ti	Li
C	Mg	F	Va	Be
N	S	Si	Br	Al
O	Cl	Mn	Zn	Cr
P	K	Cu		Co
	Ca	I		Ni
				Go
	Fe			Mb
				Ag
				Cd-Sr
				Ce-Ba
				Pb-As

Eléments classés suivant le pourcentage de leurs poids dans les organismes (Welb et Fearon 1957)

β) Eléments complexes.

Jusque là les travaux reflétaient deux préoccupations essentielles.

1. la composition du matériau squelettique qui intéressait tant l'écologiste que le geophysicien.
2. la place et le rôle du plancton dans la biologie marine, facteur intervenant d'une manière primordiale dans l'économie des pêches industrielles.

Depuis peu différents organismes et en France le C.E.R.B.O.M. cherchent à inventorier les richesses du plancton directement utilisables pour l'économie humaine.

Une première série d'expériences a eu pour but la mise en évidence des éléments vitaminiques suivants qui se sont révélés positifs (M. Miquelis).

1. Carotenoïdes
2. Vitamine A I
3. Vitamine A 2
4. Vitamine B I (Aneurine)
5. Vitamine B 2 (Riboflavine)
6. Vitamine B 6 (Pyrodoxine)
7. Acide Pantothénique
8. Vitamine C (Acide ascorbique)
9. Vitamine du groupe D : ergosterol calciferol)
10. Vitamine K
11. Vitamine PP

Bien que partielles et sans caractère définitif ces données font apparaître la présence de vitamines intéressantes pour notre spécialité.

γ) Radioactivité.

Non seulement le C.E.R.B.O.M. s'est attaché à la chimie du plancton mais aussi à la recherche et à la détermination de ses rayonnements β et γ . Ces études ont été réalisées dans le service du Professeur Labeyrie au Commissariat à l'énergie atomique de Saclay. Ces rayonnements sont dus pour la plus grande part au K 40. En fait le K 40 a une double activité β et γ , l'activité β étant 5 à 15 fois plus importante que l'activité γ . Cette action est intéressante à connaître en Thalassothérapie en particulier en Pelothérapie (traitement par les boues).

PROPRIETES DE L'EAU DE MER

I. Propriétés physiques.

a) Equilibre thermique des océans
Variations de la température des océans

b) Salinité et densité
Diagrammes températures-salinité.

II. Propriétés biologiques.

a) Influence des formes bactériennes

b) Influence des formes planctoniques

c) Rôle des formes planctoniques

d) Facteurs probiotiques

e) Facteurs organiques complexes

f) Facteurs biologiques

α) Les vitamines
β) Les enzymes
γ) Les hormones

I. Propriétés physiques de l'eau de mer.

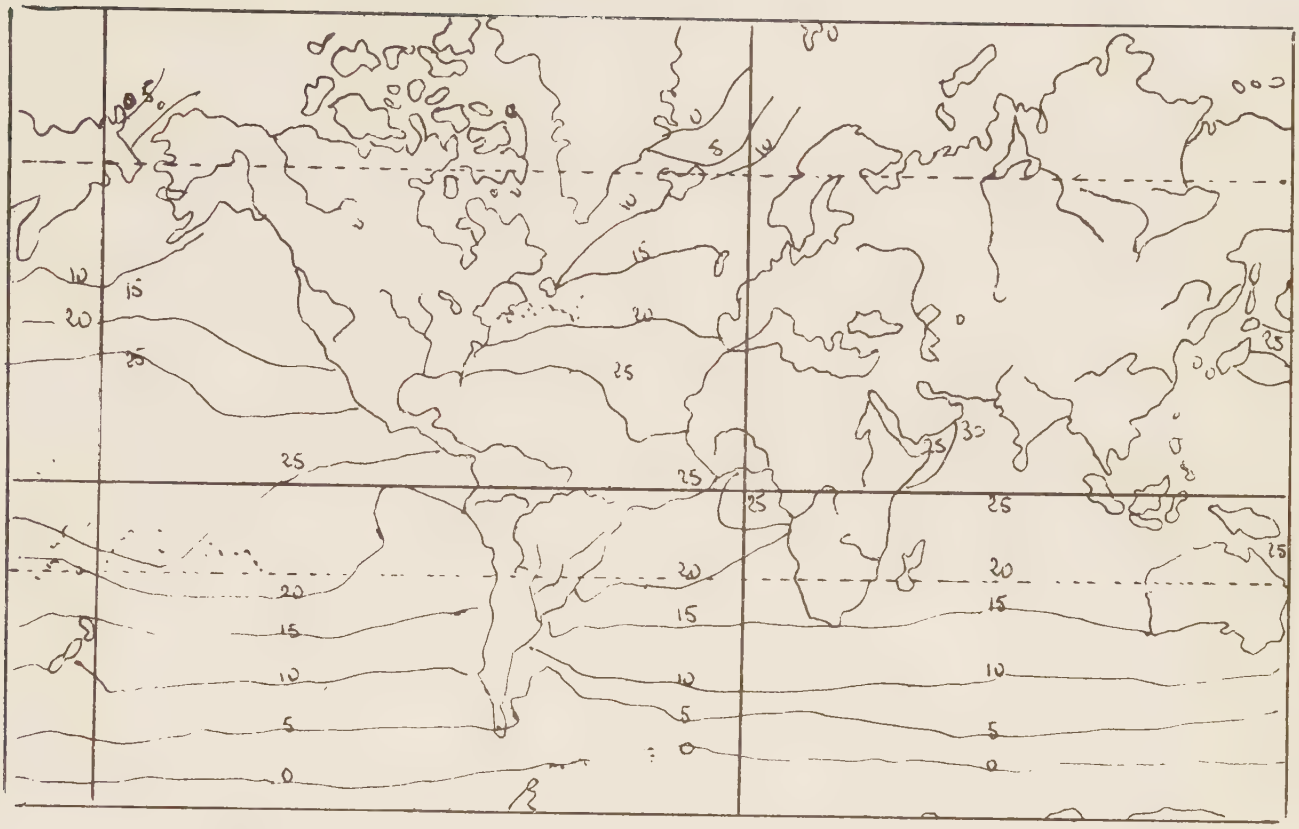
La température et la salinité étant les deux propriétés qui caractérisent une eau de mer, le souci de l'océanographe sera de déterminer cette salinité. Ce pourcentage pourra être établi soit par des procédés chimiques comme nous l'avons vu dans le chapitre "Constituants chimiques de l'eau de mer", soit par des procédés physiques. Ces procédés physiques font appel à trois coordonnées : la densité
l'indice de réfraction
la congélation.

a) Equilibre thermique des océans :

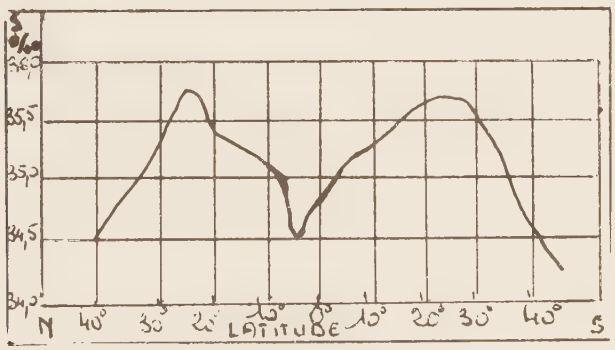
Les basses latitudes emmagasinant plus d'énergie thermique qu'elles n'en perdent et le phénomène inverse se produisant dans les hautes latitudes, le résultat de ce déséquilibre sera un transport de chaleur des basses vers les hautes latitudes qui tendra à rétablir l'équilibre d'où l'origine des grands courants océaniques comme le Gulf Stream ou le Kouro-Sivo. Plus de 80% de l'énergie reçue à la surface de le mer est absorbée entre 0 et 1 mètre de profondeur. Une autre source d'énergie thermique est fournie à la mer, il s'agit de la transformation de l'énergie cinétique en chaleur. En effet, la force des vents balayant la surface des océans ainsi que les courants sont les deux principaux agents dispensateurs d'une énergie qui se transforme en chaleur, en particulier dans les chenaux et les baies profondes dont les coefficients de marée sont élevés. En même temps qu'ils emmagasinent de l'énergie thermique les océans en perdent par le phénomène de convection et l'on sait que l'évaporation varie très rapidement avec la température.

Variations de la température des océans.

1º) Variation avec le temps. En règle générale on constate un maximum au début de l'automne et un minimum au début du printemps. Les variations diurnes de la température de surface sont faibles, en plein océan elles sont de l'ordre de 0 degré 2 à 0 degré 4, par contre le long des côtes cette température peut varier de plusieurs degrés.



CARTE DES ISOTHERMES DE SURFACE POUR LE MOIS D'AOUT



VARIATION DE LA SALINITÉ EN FONCTION DE LA LATITUDE

2º) Variation avec la profondeur. Les stratifications thermiques présentent souvent des formes ondulées, influencées par la topographie sous-marine et par les courants même faibles. Pratiquement, en dessous de moins 300 mètres il n'existe plus de variations annuelles ou diurnes. Cette profondeur peut même être inférieure et atteindre à peine 100 mètres.

3º) Variations avec la latitude et la longitude. Théoriquement la température de la surface devrait diminuer de l'équateur au pôle en suivant le méridien, cette variation n'est toutefois pas identique au long de tous les méridiens. En effet la rotation de la terre défléchit les courants transportant la chaleur de l'équateur au pôle vers l'Est dans l'hémisphère boréal et vers l'Ouest dans l'Hémisphère austral.

b) Salinité et densité :

1º) Variation de la salinité en surface :

Dans les trois grands océans la salinité varie d'une manière uniforme le long du méridien, il existe un minimum à l'Equateur et deux maxima au 25ème degré de latitude nord et au 30ème degré de latitude sud. Près des Pôles la salinité diminue considérablement et atteint des valeurs plus faibles que le minimum à l'Equateur. La salinité en surface dépend de l'évaporation et des précipitations, toutefois au niveau des mers polaires intervient aussi la fonte des icebergs qui sont d'énormes masses de glace d'eau douce, aussi les mers arctiques et antarctiques ont une eau superficielle peu salée. En un point déterminé la salinité de la couche superficielle subit au cours d'une année des variations appréciables. Le maximum est atteint au printemps et le minimum en automne. Les écarts peuvent atteindre 0,2% en plein océan, la comparaison de la densité d'un échantillon d'eau avec celui provenant d'un point voisin permettra de déterminer les courants et de caractériser la provenance des masses d'eau.

A la surface la hausse de la température, les précipitations, la fonte des glaces et l'apport des fleuves font décroitre la densité, en revanche l'abaissement de la température l'évaporation et la congélation la font croitre. Au fond il peut se produire une accumulation d'eau très dense et cette eau s'écoulera alors vers d'autres régions en créant des courants horizontaux, les eaux superficielles sont susceptibles de laisser émerger les eaux profondes lorsque l'une des deux conditions

suivantes se trouvera remplie :

1- Apport par un courant d'une eau à salinité élevée qui se refroidit brutalement.

2- Congélation d'une eau relativement salée.

Les Diagrammes : Température - Salinité :

On appelle diagrammes T.S une représentation graphique dans laquelle les salinités sont portées en abcisses et les températures en ordonnées. Ces diagrammes ont l'avantage de définir parfaitement une masse d'eau car on peut avoir deux eaux ayant même densité mais des salinités et des températures différentes.

II. Propriétés biologiques du fluide marin

Nous tirerons du Manuel d'Océanographie Médicale de M. et J. Aubert les données suivantes : Ce milieu aux propriétés bio-chimiques particulières présente une aptitude à entretenir la vie cellulaire car à partir de lui vont croitre et se développer une série d'organismes des plus microscopiques aux animaux les plus grands qui vont trouver en lui leur cycle d'existence et de nutrition. Les bactéries y prolifèrent et les végétaux tel que le Phytoplancton meurent. Les animaux de tous les règnes s'y multiplient et s'y ensevelissent formant le cycle complet d'un monde qui se suffit à lui-même.

L'eau de mer qui en est la base a donc des propriétés spécifiques vitales, elle est un véritable sérum susceptible d'entretenir une certaine forme de la vie, elle contient tous les principaux éléments nécessaires au métabolisme cellulaire, métaux, minéraux, matières organiques. Cette dissolution permet que s'établissent des échanges trans-membranaires propre au métabolisme cellulaire.

a) Influence des formes bactériennes :

On trouve le plus fréquemment des bactéries appartenant aux genres : Pseudomonas, Achromobacter, Acinétobacter, Flavobactérium, Vibrio, Bactéridium, Bacillus, Clostridium et de nombreuses autres des Caulobactériales et Thiobactériales (Zobell). Les formes terriennes sont à l'origine de l'évolution des matières organiques et des métaux. L'azote et le carbone constituent la base des matières organiques.

- Cycle de l'azote : l'action bactérienne consistera à minéraliser l'azote, le combiner et à le restituer ensuite aux végétaux sous forme minérale utilisable :

. Nitrates et Nitrites : une faible quantité, ou bien sert à la synthèse des protéines cellulaires, ou bien est utilisée par certains organismes planctoniques ou algues. Cette production de nitrates s'effectue dans l'eau de mer mais surtout dans les sédiments grâce à l'action des germes de la décomposition : Pseudomonas, Vibrio, Flavobactérium, Acinetobacter, Bacillus. Le stade ultime de ce cycle serait la destruction des nitrates ainsi crées, c'est-à-dire la dénitrification qui est effectuée par des bactéries susceptibles de réduire les nitrates en nitrites et ceux-ci en azote grâce à des phénomènes enzymatiques complexes (genre Vibrio, Erwinia, Pseudomonas, Achromobacter, Flavobacterium, Enterobacteriaceae)

- Cycle du carbone : Deuxième constituant principal des matières organiques, le carbone évolue selon un cycle directement influencé par l'action bactérienne. Cette action s'effectue dans la zone euphotique par le mécanisme de la photosynthèse qui par une oxydo-réduction transforme le gaz carbonique en aliment de la cellule sous l'effet d'un donateur d'hydrogène ; dans la zone aphotique les bactéries chimiotrophes ou hétérotrophes, sulfo-bactéries, bactéries nitrifiantes et certaines bactéries ferrugineuses assurent l'évolution de ce cycle dont les sources sont relativement abondantes ; sucre, Cellulose, Lignine ...

- Cycle du soufre : Il est aussi essentiel dans le milieu marin car les composés soufrés se manifestent non seulement comme des donateurs d'hydrogène extrêmement puissants mais ils sont également capables d'être des accepteurs d'hydrogène favorisant ainsi la synthèse cellulaire et réduisant le gaz carbonique. L'oxydation du soufre s'effectue grâce à certaines bactéries (Thiobacillus, Thiooxydans). Certaines prélèvent l'énergie nécessaire à leur croissance dans l'oxydation biochimique de l'hydrogène sulfuré comme Achromatium, Beggiatoa, Thiotrix, d'autres au contraire réclament la lumière du fait de la présence d'un pigment photo-synthétique comme les Rhodobactériaceae et les Chlorobacteriaceae.

- Cycle du Phosphore : Le phosphore est un élément biogène des plus importants en écologie. Il peut être utilisé soit comme source d'énergie soit à la croissance des organismes, de ce fait la fertilité d'un milieu se trouve donc liée à la valeur du rapport $\frac{N}{P}$, rapport qui doit être en général élevé de 9 à 10.

Il est vraisemblable que les micro-organismes bactériens jouent un certain rôle dans la concentration des phosphates au sein du biotope.

- Cycle du Fer : Le cycle du fer présente une importance toute particulière dans la productivité de la chaine biologique marine car sa présence est nécessaire à l'apparition de certaines formes phyto-planctoniques. L'évolution chimique de ce métal dans le milieu marin est dûe à l'action d'une part de bactéries sulfato-réductrices et oxydantes et d'autre part à l'action des bactéries ferrugineuses. Vinogradski en 1949 a précisé le mécanisme de certaines de ces batéries : Gallionella, Crénothrix et des bactéries non spécifiques dans l'ordre des Chlamydobactériales et des Caulobactériales qui modifient la composition de l'eau et favorisent la solubilisation du métal, l'augmentation du taux de gaz carbonique facilitant également la solubilisation du fer. On peut voir ainsi l'action favorable des populations bactériennes au sein du milieu marin, on remarquera que c'est à partir de ce premier maillon que les chaines biologiques supérieures vont progressivement se former.

b) Influence des formes Planctoniques :

Les Diatomees sont à la fois autotrophes et hétérotrophes. Les Coccolithrophorides dont les éléments squelettiques fossiles sont les Coccolithes sédimentent après leur mort en formant la majeure partie des vases molles. Les Péridiniens ont une carapce formée de cellulose et sont soumis aux lois de l'assimilation chlorophylienne. Soumis aux facteurs physico-chimiques du milieu, la prolifération et l'apparition de cesdivers organismes variera selon les saisons suivant les conditions géographiques et la profondeur. Les facteurs de cet enrichissement sont d'ordre chimique et d'ordre physique.

c) Rôle des formes planctoniques :

Les micro-organismes ne sont pas les seuls à intervenir dans la composition chimique des eaux, la libération d'oxygène et les modifications du phosphore découlant de ces champs d'algues marines de la zone euphotique, sont la preuve de leur action ou plutôt de leur rôle au sein de ce milieu.

d) Facteurs Probiotiques :

Certains facteurs de croissance sont susceptibles de favoriser le métabolisme cellulaire, Provasoli et ses collaborateurs se sont attachés en modifiant la composition en Oligo-éléments des milieux de culture, à déterminer les conditions les plus favorables à la naissance, au développement et à la reproduction d'algues planctoniques ; il en a été de même pour la modification de la salinité et de l'éclairement.

Dans ces facteurs probiotiques on discernera les facteurs physiques, chimiques et biologiques. Parmi les facteurs physiques en dehors de la lumière et de la température dont nous avons déjà étudié l'influence, trois éléments définissent en partucilier le milieu. Le pH, le potentiel d'oxydo-réduction ou Rh2, la résistivité.

Le pH varie en général entre 7,70 et 8,40, il est un facteur de répartition des êtres vivants, certains d'entre eux ne tolérant que des limites très strictes, mais il est aussi fonction de la salinité, de la température, de la profondeur, de l'activité photo-synthétique et du phyto-plancton.

Le Rh2 ou degré du pouvoir oxydant ou réducteur : ces deux éléments Rh2 et pH ont une action essentielle sur la physiologie enzymatique des êtres uni ou paucicellulaires qu'ils conditionnent dans des limites précises.

Enfin la résistivité dépend de la teneur en sels minéraux et également de la teneur en Nacl qui présente une importance particulière puisque chez les invertébrés marins la pression osmotique du milieu intérieur est la même que celle du milieu extérieur.

Les facteurs chimiques peuvent se classer en éléments plastiques et en éléments catalytiques, bien que tout élément puisse être l'un ou l'autre et même l'un et l'autre. Parmi les éléments plastiques le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, puis le phosphore, le soufre, le potassium, le fer, le manganèse sont strictement et toujours indispensables à la vie. Parmi les éléments catalytiques, le zinc, le phosphore, le carbone sont les grands éléments biogénétiques de même que le cuivre et le manganèse pour la majorité des êtres, alors que le Pythoplancton parait se contenter de phosphore, de fer, de nickel et de manganèse.

e) Facteurs organiques complexes :

Les glucides dont le plasma des grandes algues contient jusqu'à 54% se trouve dans le phytoplancton sous forme de polysaccharides. La dégradation biochimique des glucides est naturellement la grande source d'énergie. Les lipides existent dans le Zooplancton à des doses variant de 1 à 15%, le plasma des laminaires en contient environ 3%. Les protides existent en quantité appréciable dans le Zooplancton de 30 à 50% alors que les grandes algues en contiennent environ 9%. Les acides aminés (libérés à partir des protides) indispensables à la vie telles que Arginine, Histidine, Tryptophane sont présents également dans certaines formes planctoniques ainsi que dans les algues.

f) Facteurs Biologiques :

En dehors des Oligo-éléments déjà cités nous parlerons des vitamines, enzymes, hormones.

α) Les vitamines.

La plupart des vitamines ont été retrouvées dans différents planctons. Les travaux de Provasoli, Droop, etc ... ont établi avec une grande précision les besoins en vitamines pour une infinité d'algues, la vitamine B 12, la Biotine paraissant la plus nécessaire. Droop a établi une relation entre la quantité de vitamines B12 existant dans le milieu et la production de cellules, en millimètres cubes de cellules par millilitres d'eau de mer. Il importe néanmois de signaler que certains organismes Dunaliella, Nannochloris, Phaeodactylum ne réclament pas de vitamines B12 étant capables de la synthétiser (Droop-1957). Enfin il est intéressant de noter que les flagelles ne sont pas touchés par la proportion de vitamines B12 dans le milieu.

β) Les Enzymes.

Les enzymes ont été peu étudiés dans le milieu marin malgré leur importance dans le métabolisme cellulaire, dans les échanges gazeux et dans certaines réactions de défense des organismes élémentaires (Bactéries en particulier). Toutefois, au niveau des sédiments on retrouve toutes les enzymes habituelles des sols, leur activité est essentiellement conditionnée par la richesse organique de ces sédiments.

γ) Les Hormones.

Dans le domaine de la biomasse planctonique les recherches concernant les groupes hormonaux sont encore peu avancées.

ELEMENTS DU MILIEU MARIN HOSTILES A L'HOMME

*

I. Pollution de l'eau de mer

A) Différentes sortes de pollution

B) Degré de pollution

II. Auto-épuration de l'eau de mer

A) Survie des bactéries pathogènes en milieu marin

B) L'auto-épuration - étude de ses facteurs.

Antagonismes bactériens rencontrés dans l'eau de mer.

Discussion de cet antagonisme bactérien.

III. Phénomènes d'ordre allergique ou toxique dus aux êtres marins.

A) L'anaphylaxie

B) Les "Eaux rouges"

*

ELEMENTS DU MILIEU MARIN UTILES A L'HOMME

Produits médicaux tirés de la mer.

Eléments du milieu marin hostiles à l'homme :

Ce chapitre sera divisé en deux parties.

1) Pollution et auto-épuration
2) L'étude des phénomènes d'ordre allergique ou toxique dus aux êtres marins.

Il aura pour intérêt :

1) de nous mettre en garde sur les risques possibles si nous utilisons l'eau de mer
2) L'étude de l'auto-épuration de l'eau de mer dans son milieu nous donnera d'autre part une idée de sa valeur antibactérienne.

I. Pollution de l'eau de mer

A) Différentes sortes de pollution.

Elles sont de trois ordres : chimique
bactériologique
radioactive

a) Pollution chimique :

Ce sont les rejets industriels surtout des industries chimiques, alimentaires, les déchets des industries du bois, du papier, de la megisserie, les pesticides et les détergents (on a retrouvé du DDT dans les organismes de manchots polaires). Certains de ces rejets sont biodégradables comme ceux des industries alimentaires par exemple, mais en favorisant ainsi le développement des germes aérobies et anaérobies putrides, l'eau de mer devient toxique pour la faune. Dans ce cas, la biodégradation extrêmement active conduit à l'intoxication du milieu et à une pollution d'un autre type ; en outre elle entraine un appauvrissement considérable en oxygène.

Un autre danger est l'eau de rinçage des tanckers qui contiennent des dérivés benzopyreniques aux propriétés classiquement cancérigènes.

Enfin certains produits volontairement immergés pour lesquels peut se poser la question de la résistance des enveloppes

de protection à la corrosion marine.

La maladie de "Minamata" récemment mise en évidence était due à un rejet d'industrie chimique (chlorure de methylmercure).

b) Pollution bactériologique :

En ce qui concerne l'homme on estime que l'élimination quotidienne d'excretats voisine 1 kg. Une ville de 100.000 habitants doit donc se débarasser de 100 tonnes d'excréments et d'urine, par jour, et le tout à l'égout est souvent synonyme de "tout à la mer" pour les villes côtières ou indirectement par l'intermédiaire des fleuves pour beaucoup d'autres villes. Le Professeur Brisou écrit dans un mémoire publié par La Revue d'Hygiène et de Médecine Sociale :

"Si les agents contaminants sont nombreux dans les eaux d'égouts pour fixer les idées on signalera simplement les plus connus et les plus fréquents :

- oeufs d'helminthes divers (Ténia, Ascaris, Trichocéphale, Oxyure, Ankylostome). Ces oeufs sont très résistants dans les milieux naturels, ce qui prolonge les possibilités d'infestation.
- Protozoaires : Kystes amibiens. La dysenterie amibienne en France n'est plus une rareté comme chacun sait ; il faut signaler que la proportion d'infectés serait de 5 à 7% en France selon H. Félix.
- Schizomycètes. Cet embranchement contient de nombreux germes pathogènes. Certains résistent plus ou moins bien dans les eaux : Clostridiales, Mycobactériales, Actinobactériales, Cocci, Vibrio, Salmonelles, Colibacilles. D'autres, comme les Shigella sont fragiles et dispariassent très rapidement des milieux naturels, ce qui diminue leur importance.
- Spirochétales. Les Leptospires pathogènes contaminent plus rarement les êtres humains. Mais il existe dans les égouts de grandes quantités de rats chez qui les Leptospires vivent en commensaux. Eliminés par leurs urines, ces Leptospires, qui survivent facilement dans les eaux douces, sont donc capables de contaminer les baigneurs, par voie digestive, cutanée (ces germes sont capables de traverser la peau saine) ou conjonctivale.
- Champignons et Levures pathogènes. Ces organismes (Candida, dermatophytes, actynomycètes, cryptococcales) qui arrivent à se multiplier dans des milieux aussi hostiles que l'eau de mer, se trouvent en quantité appréciable dans les eaux polluées(jusqu'à 6 à 7.000 par litre dans les eaux littorales).

- Virus. Parmi les virus que l'on peut rencontrer dans les eaux souillées, il faut penser principalement aux entéro-virus, hôtes fréquents du tube digestif de l'homme (virus poliomyélitiques, virus Coxsackie A et B, virus Echo) aux adéno-virus au virus de l'hépatite épidémique".

c) Pollution Radioactive :

Par les rejets de l'industrie atomique, par les retombées atmosphériques faisant suite aux explosions nucléaires, ou encore par les navires à propulsion nucléaire qui deviendront de plus en plus nombreux.

B) Degré de pollution des eaux de mer.

A proximité des ports et des plages la pollution peut être très importante.

Les numérations publiées dans les Cahiers du Cerbom par Aubert et ses collaborateurs en 1963 indiquent par exemple : que le taux de pollution peut passer de 24.000 germes/100 ml à 2.800 dans un espace de 120 mètres de 16.000 à 800 et de 50.000 à 5.000. Au large d'Antibes, Aubert et ses collaborateurs ont enregistré 56.000 Coliformes/100 ml et 32.000 Esch-Coli - 5.000 St + Fecalis.

Mais il faut savoir que les chiffres publiés présentent des fluctuations horaires fort intéressantes et des variations saisonnières. C'est ainsi qu'en un point de la Côte Espagnole on pouvait enregistrer les colimétries suivantes en fonction des heures de prélèvements :

240.000/ml à 8 h
750.000/ml à 10 h
95.000/ml à 12 h
240.000/ml à 14 h
460.000/ml à 18 h
210.000/ml à 20 h

A ces bactéries entéritiques que l'on recherche systématiquement il faut ajouter les levures pathogènes telles que Candida, les Torula, les Rhodotorula que l'on retrouve dans les eaux portuaires et du large. Dans certaines zones on a pu dénombrer 5 à 6.000 levures par litre d'eau (J. Brisou, Lahourcade et Coll.)

Il faut préciser que les chiffres publiés sont en fait

très inférieurs à la réalité. Les études comparatives mettant en parallèle les procédés de numération par cultures en milieu solide ou en milieu liquide, les numérations par comptage direct sur des membranes filtrantes colorées révèlent des différences qui vont de 100 à 5.000.

Le Cerbom vient de faire paraitre un "Inventaire National de la pollution bactérienne des Côtes de France" qui confirme une pollution connue et étudiée depuis déjà près d'un demi-siècle.

II. Auto-épuration de l'eau de mer.

Nous emprunterons au Professeur Brisou, auteur d'un manuel de Micro-biologie du milieu marin, l'étude qu'il donne de ce processus :

L'eau de mer n'est pas stérile même éloignée des côtes et le nombre de bactéries par millilitre peut atteindre des chiffres considérables que l'on n'imaginait pas encore il y a quelques années comme nous venons de la voir.

La mer est riche en bactéries lipidolytiques, proteolytiques réductrices et nitrates, glucidolytiques. Certaines zones révèlent une forte proportion d'uréolytiques. Il y a davantage de sulfhydrogène et d'indologènes en Méditerranée qu'en Atlantique. Très loin des côtes on rencontre des aires de répartition inattendues de bactéries non halophiles cultivant à 37º témoin de courants marins apportant des eaux fortement souillées de bactéries terrestres et dulcaquicoles fort loin de leur lieu d'origine. Les microbes prennent la valeur de "traceurs biologiques". Les études actuelles révèlent que l'ensemble des bactéries isolées des océans sont euryhalines. Les bactéries halophiles modérées strictes ne représentent qu'environ 10 à 15% de la microbiocenose océanique.

A) Survie des bactéries pathogènes en milieu marin.

1) L'eau de mer stérilisée ne contient aucun facteur toxique pour les bactéries pathogènes le plus souvent en cause en médecine. Elles s'y comportent à peu près de la même manière que dans l'eau douce stérile. Certaines comme les Klebsiella, les Saphylocoques, les ST. Fecalis cultivent même plus rapidement

dans l'eau salée que dans l'eau douce. Le classique milieu de Chapman conseillé pour l'isolement des Staphylocoques contient, ne l'oublions pas, 7,5% de Nacl soit plus du double de la concentration océanique.

2) Il en va tout autrement, d'après certains auteurs, lorsque l'on s'adresse à une eau de mer "vivante" non stérilisée par la chaleur.

On peut souiller soit des

- eaux non traitées et riches par conséquent en bactéries variées
- soit des eaux préalablement débarassées de leurs microbes par filtration.

Dans ces conditions la survie des bactéries pathogènes est de beaucoup plus courte durée. Sur ce point tout le monde apparait d'accord. Les durées de survie varient avec la lumination (l'obscurité étant favorable à la survie), la teneur du milieu en bactéries.

Précisons que les phénomènes observés dans l'eau de mer se déroulent sensiblement de la même façon dans l'eau des lacs ou des rivières. En eau de mer comme en eau douce, la survie des bactéries y est gouvernée presque exclusivement par la quantité et la qualité des substrats énergétiques (facteurs de croissance notamment).

B) L'auto-épuration est due à différents facteurs :

Facteurs physiques :

L'absorption des bactéries est favorisée par tous les corpuscules en suspension dans l'eau ainsi que leur sédimentation secondaire. Sur les fonds les bactéries aérobies banales disparaissent assez vite, elles sont génées par la concurrence vitale très marquée à ce niveau. Il n'en est pas de même des bactéries anaérobies telles que W. Perfringens, PL. Tetani qui peuvent vivre presque indéfiniment dans les vases ou du moins rester à l'état sporulé. Notons au passage que le Plancton est le princiapl absorbant des bactéries.

La lumination : les rayons ultra-violets jouent un rôle limitant aux très faibles profondeurs. La lumination gouverne d'autre part le comportement du plancton et par effet secondaire la densité de population microbienne.

La température de l'eau (10 à 20º suivant les saisons) est également défavorable aux bactéries pathogènes dont l'optimum est 37º (facteur limitant).

Facteurs chimiques :

Il n'y en a pas pour le Professeur Brisou. Certains auteurs ont invoqué la salinité trop élevée, la toxicité de certains ions lourds dissous (Cu, Ni, Zn) quantité d'O2 insuffisante, variations du pH.

Facteurs biologiques :

Certains animaux marins, les représentants du Benthos en particulier, consomment des bactéries. Les matières organiques comme le précisent Peres et Deveze sont transformées, prédigérées par les microbes, transformées même en une masse microbienne et c'est de cette masse dont se gavent les mollusques. Ce sont au sens propre du terme des "microphages". Il est prouvé expérimentalement que les coquillages épurent rapidement l'eau de mer dans laquelle ils vivent en provoquant une très appréciable baisse de la population microbienne.

Ces prédateurs biologiques : oursins, moules, etc ... jouent un rôle certain mais évidemment limité.

Vient ensuite le Plancton auquel on s'intéresse actuellement soit pour en tirer directement bénéfice soit sur le plan alimentaire ou thérapeutique, soit pour en étudier les rapports avec les bactéries. Il semble que certaines espèces du phytoplancton puissent élaborer des substances du type "bactériostatique". Sieburth (1961) pense que certaines algues microscopiques (Phaeocystis pouchetii) secrétent de l'acide acrylique dont la présence expliquerait la disparition des enterobactéries de l'intestin des oiseaux se nourrissant de phytoplancton. Si l'acide acrylique du commerce n'a aucune action antagoniste, il semble par contre que le produit fraichement distillé et immédiatement neutralisé soit doué d'un certain effet bactériostatique sur les Coliformes et les Staphylocoques d'origine intestinale. Cette activité est toutefois assez faible et fugace (18 à 24 h).

De toute façon cette activité bactériostatique ne pourrait se manifester que dans l'intestin des oiseaux absorbants ce plancton en masse. L'eau environnante n'est pas par elle-même

antibiotique. Le produit agit "in situ" dans le tube digestif après lyse des cellules planctoniques.

Annick Durvy indique dans sa thèse sur les produits élaborés par le phytoplancton qu'il faut atteindre des doses de 8 grammes par litre d'acide acrylique pour obtenir un effet sur la croissance et sur les métabolismes microbiens (respiration, fermentation).

D'après le Professeur Brisou il semble possible que certaines bactéries ne disparaissent pas purement et simplement mais que des modifications morphologiques et biochimiques les rendent méconnaissables et qu'en somme ces bactéries "masquées" ne feraient que "changer d'état" (transformation en forme L).

Il y a surtout le facteur "dilution". Il convient de rappeler que des cultures microbiennes riches ne donnent plus de subcultures lorsqu'elles sont diluées aux environs de 10^{-13}. Des cultures d'eau de mer très polluées ne cultivent plus au delà de 10^{-6}. Enfin vient la diffusion.

Des différences de densité entre l'eau de mer et les eaux polluées empêchent la diffusion. Ces différences de densité seraient entretenues pour certains par la température et les pressions, ce qui expliquerait comme nous l'avons vu la présence de ces grands courants marins de surface et de profondeur qui entrainent des eaux chargées de bactéries et de matériaux telluriques loin de leur lieu d'origine.

Y. de Rautlin de la Roy a montré dans sa thèse l'irrégularité de la densité microbienne dans les eaux du large mais par contre il remarque une relative stabilité dans le temps pour un lieu donné des stratifications de nappes microbiennes. Des densités importantes de colonies microbiennes ont été trouvées en plein Atlantique, même à des profondeurs de 4.000 m. Cette constatation est en faveur de l'existence de nappes d'eau ayant des origines différentes et dans lesquelles les bactéries en survie sont incorporées et jouent le rôle de "traceurs biologiques", ces courants entraineraient avec eux des substrats organiques nécessaires à la vie des bactéries, notamment le plancton. Elle s'oppose à une stratification réglée par des conditions physiques et chimiques telles que, Température, Salinité, Pression.

Il existe donc des phénomènes naturels d'auto-épuration et de biodégradation dont les mécanismes sont en grande partie connus. Cependant devant l'accroissement considérable des pollu-

tions biologiques et chimiques ces phénomènes d'auto-épuration deviennent illusoires et la pollution en général est telle qu'elle arrive au point de "non retour" vers la normale.

Il est important aussi de noter que toutes les matières organiques rejetées dans un récepteur naturel ne sont pas biodégradées. Certaines ont été désignées par l'épithète de "molécules récalcitrantes" par Alexander, cela tient soit à leur structure, les pesticides chlorés en sont des exemples, soit à leur absorption sur des argiles ou leur incrustation dans des complexes à base de silice, soit à leur union avec des protéines, des tanins ou autres substances analogues.

Les microbes et les enzymes d'autre part ne sont pas infaillibles. Pour qu'un produit donné soit dégradé, un certain nombre de conditions physiques et biologiques doivent être réunies dans un écosystème considéré. Toutes ces considérations qui ne peuvent être développées ici rendent compte des limites de la biodégradation et de sa fréquente mise en défaut.

Conclusion :

En cas d'utilisation de l'eau de mer, la zone de prélèvement devra être étudiée.

Renseignements océanographiques nécessaires : courants marins, estuaires proches, installations portuaires, direction des vents dominants, climatologie etc ... arrivée des émissaires d'eaux usées. Cela parait banal et évident mais de nombreux exemples existent ou ces règles élémentaires sont négligées.

Avec le Professeur Brisou, nous retiendrons donc que le milieu marin est un environnement très pauvre, puisque la moyenne en matière organique totale se situe aux alentours de 3 mg par litre. En outre, le milieu marin est froid, ensoleillé et salé. Ce sont là des conditions peu favorables à une croissance microbienne, tout au moins en ce qui concerne les germes pathogènes. Ce milieu anergétique permet toutefois une survie des microbes qui conservent un temps suffisamment long leur virulence. La "ration d'entretien" fournie par le milieu marin permet éventuellement à certaines bactéries de se masquer en formes "L" filtrables et réversibles éventuellement lorsqu'un milieu marin enrichi en substrats organiques le permettra.

Cette étude modifiera donc l'expérimentation que nous envisagerons de faire afin de savoir si l'eau de mer a une action

sur la flore de Veillon en fonction des substrats organiques puisque les bactéries risquent de trouver en milieu buccal un apport organique complémentaire.

III. Phénomènes d'ordre allergique ou toxique dus aux êtres marins.

Relations accidentelles Homme-Plancton.

A) L'anaphylaxie :

Durant l'été 1901 Portier et Richet, hôtes scientifiques du yacht océanographique du Prince Albert de Monaco, remarquèrent que certains marins ayant manié des physalies présentaient des démangeaisons et une éruption. Cette étude fut poursuivie au laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris où l'on remarqua que des chiens ayant déjà subi une injection intraveineuse de liquide glycerine actinique succombait après la seconde injection. On connaissait jusque là l'immunité, l'anaphylaxie était cette fois découverte.

B) Les "eaux rouges"

Comme nous l'avons déjà vu, ces eaux rouges sont dues aux Dinoflagellés qui suivant les circonstances tant météorologiques que chimiques peuvent envahir certaines zones marines parfois littorales. On a isolé parmi eux des espèces vénéneuses dans l'ordre des gymnodiales et dans la famille des goniaulacidae vivant généralement en dessous de soixante dix mètres de profondeur. Ils peuvent proliférer et envahir la surface. Ils contiennent des matières de réserve : glucides, graisses et pigments hematochromes ou lipochromes vraisemblablement responsables de la teinte rougeâtre ou jaunâtre de l'eau dans laquelle ils vivent.

L'apparition de ces eaux rouges coïncident avec des manifestations pathogènes pour l'homme, ou elles prennent alors le caractère d'une épidémie locale.

Ces Dinoflagellés sont surtout abondants dans les mers chaudes en été alors que le pourcentage des diatoméés diminue. La toxicité de ces dinoflagellés existe à l'état endémique et c'est leur pullulation sous certaines conditions météorologiques et océanographiques à certaines périodes de l'année qui leur confère leur agressivité vénéneuse. Il semble qu'il faille atteindre une concentration donnée pour les rendre pathogènes. J.M. Pincemin

spécialisé dans l'étude des Dinoflagellés vient d'étudier ce phénomène dans la revue internationale d'Océanographie médicale (Tome XIII et XIV).

Chez l'homme :

C'est en 1947 à Venico sur la côte de Floride que furent découverts les symptômes typiques dus aux eaux rouges. En juillet 1947 une épidémie détruit le poisson de la région et la population riveraine présente en même temps des signes typiques d'irritation respiratoire : toux sèche persistante, sensation de brûlure au niveau de tout le système respiratoire du nez aux poumons. Un coup de vent venant du large avait précédé ces signes et ils semblaient être dus aux gouttelettes d'eau de mer riches en dinoflagellés dont l'air atmosphérique s'était chargé. L'agent pathogène fut identifié et il s'agissait du Gymnodinium. L'expérience refaite en laboratoire par Woodcok fut positive et Abott et Ballantine remarquèrent que l'administration préalable d'un antihistaminique tel que le Phénergan semblait minimiser les réactions. Enfin certains mollusques ayant ingérés ces dinoflagellés peuvent être des agents pathogènes indirects.

Chez l'animal :

Les symptômes ont été décelés en immergeant des poissons dans de l'eau de mer additionnée de cultures de gymnodinium en concentration progressive. Au début les poissons s'agitent, tentent de sortir de l'eau puis nagent d'une façon désordonnée, jusque là les symptômes sont réversibles. Puis apparaissent les troubles respiratoires ; les poissons ne nagent plus mais flottent sur le côté ou sur le dos, cette phase est accompagnée de spasmes violents avec troubles de la sensibilité et abolition des réflexes. Le stade est irréversible et à plus ou moins brève échéance la mort survient par blocage du système nerveux.

Il est intéressant d'attirer l'attention sur ces phénomènes car même sans apparition d'Eaux Rouges, l'eau de mer tout en restant claire peut atteindre une concentration suffisante en gymnodinium pour provoquer certaines manifestations allergiques. Pour utiliser l'eau de mer à des fins thérapeutiques il est donc indispensable d'établir une formule planctonique afin de déceler les formes toxiques de Dinoflagellés.

ELEMENTS DU MILIEU MARIN UTILES A L'HOMME.

Produits Médicaux tirés de la mer.

Nous citerons rapidement les produits issus du domaine marin existant en pharmacologie. Nous envisagerons aussi ceux qui, bien qu'étant encore au stade expérimental, risquent d'avoir une action pharmaco-dynamique plus ou moins complexe.

Dans les maladies du métabolisme qui se manifestent soit par des perturbations de l'équilibre ionique et nutritionnel soit par des micro-polycarences, les autolysats enzymatiques de laitances et de foie de poissons se sont révélés particulièrement actifs.

Dans les troubles du métabolisme calcique ou certains désordres de la fonction hématopoïetique, l'acide désoxyribonucléique extrait des laitances de harengs permet le stockage du calcium ainsi qu'il rétablit l'équilibre phospho-calcique.

En endocrinologie : l'action de l'iode extraite des algues et varechs sur le fonctionnement thyroïdien est connue depuis longtemps. Les insulines extraites des ilots de Langherans de bonites et de morues sont étudiées actuellement par des chercheurs japonais et américains. L'huile de foie de morue fut longtemps utilisée pour son action vitaminique D. De même pendant longtemps la vitamine A fut extraite à partir des foies de requins.

En pathologie digestive : l'agar-agar, issu des algues rouges a des propriétés régulatrices de la fonction intestinale.

L'algine tirée des algues brunes a une action bienfaisante sur le transit intestinal.

En hématothérapie : effet antithrombique de la carraghenine sur le sang., la carraghenine étant issue d'une mousse d'Irlande : le carraghene qui aurait une action comparable à l'héparine.

Enfin les agents hypocholestérolemiques : dérivés des stérols des algues marines sont étudiés actuellement et semblent plein d'intérêt.

Pour terminer nous mentionnerons l'étude en cours des substances issues du milieu marin qui sont douées d'une action antibactérienne. Ces substances peuvent être produites par des bactéries marines, par certains animaux marins, des algues supérieures et enfin le phyto-plancton.

UTILISATION MEDICALE DE L'EAU DE MER

I. Historique

II. Thalassothérapie et Oto-Rhino-laryngologie

III. Thalassothérapie et Ophtalmologie

IV. Thalassothérapie et Dermatologie

V. Thalassothérapie et Vieillissement

VI. Pelotherapie

VII. Thalassothérapie buccale

I. Historique.

Si Hippocrate vantait déjà les vertus curatives de l'eau de mer, il fallut attendre le XVIIe siècle pour que les malades aillent chercher la guérison au bord de la mer.

Ce furent d'abord les victimes des morsures de chiens enragés que les médecins envoyèrent utiliser les bienfaits de l'eau salée. Puis vers 1750, Russel conseilla les bains de mer aux malades atteints de goutte ou de rhumatismes aigus. Selon Russel il fallait "boire de l'eau de mer" et l'on vit de nombreux Anglais porter sur eux un flacon d'eau de mer et en boire régulièrement quelques gorgées.

La première maison de santé thermale marine fut créée à Dieppe en 1778, et en 1824 la duchesse de Berry allait mettre cette station en vogue en lançant les bains de mer.

Vers le milieu du XIXe siècle des "hôpitaux marins" étaient crées à Berck, Hyères et Arcachon. Ces divers centres étaient spécialisés dans le traitement des tuberculoses osseuses et des maladies d'origine lymphatique.

En 1867, le vocable "Thalassothérapie" était inventé par Bonnardière et à la fin du siècle Bagot ouvrait à Roscoff le premier institut de thalassothérapie. (1899)

II. Thalassothérapie et Oto-rhino-laryngologie.

Les traitements les plus souvent prescrits sont à la fois locaux et généraux.

Lacaze rapporte dans sa thèse que les médecins de Noderney en Allemagne préconisent dans les affections des voies respiratoires un traitement marin à la fois général par boissons, bains, massages, et local, fait d'inhalations d'une durée de 10 minutes en raison de 5 par semaine.

De Haene, dans le Journal Bruxellois "le Scalpel" écrit en 1958 : les rhinites, les pharyngites chroniques, les

adénoïdites et amygdalites opérées utilisent avec profit les lavages et les pulvérisations d'eau de mer ...

Giuseppe Tirelli au XXe Congrès de Thalassothérapie (Venise - mai 1963) fit un rapport très intéressant sur la thérapeutique marine en O.R.L.

Traitement local par inhalation :
soit jet de vapeur humide, soit aérosols 15 à 20 minutes avec de l'eau de mer pure ou diluée jusqu'à 50%

Traitement général :
Par bains complets(38º) pendant 15 minutes pour les auteurs italiens - 10 minutes à 35º généralement pour les auteurs allemands.

Cures de 15 à 20 séances. A ces bains on peut ajouter des algues en sachets ou non préparées (Varech).
Les résultats seraient excellents surtout à long terme.

Certains auteurs préconisent aussi l'injection sous-cutanée de 10 cm3 d'eau de mer ramenée à l'isotonie (1 fois par jour), d'autres l'absorption deux fois par jour d'un verre à cognac d'eau de mer pure. Le but de ces prescriptions serait de favoriser le métabolisme général et d'aider à la détoxication de l'organisme.

Enfin signalons que les résultats semblent meilleurs de mai à octobre, les succès en mars et avril étant moins satisfaisants.

Aubert, en France, présenta en 1963 les conclusions d'une expérimentation clinique très différente portant sur 1.500 cas comprenant :

- d'une part : des rhinites (hypertrophiques - atrophiques - allergiques)

- d'autre part : des sinusites chroniques (soit avec ostéïte soit purulentes, soit allergiques).

Ces malades de tous âges continuaient à vaquer à leurs occupations. Ils étaient traités chaque jour, selon les cas par lavages, nébulisations sous pression, ponction des sinus, proetz

avec de l'eau de mer non filtrée pure ou enrichie de plancton ou encore par badigeonnage des muqueuses ou méchages avec des extraits planctoniques huileux.

Chez tous les patients, cet auteur nota une nette amélioration et nous indique ses résultats dans le tableau suivant :

Résultats sur 1500 cas traités à l'eau de mer.

	Bons	moyens	Nuls
Sinusite avec ostéite	2	4	27
Sinusite purulente	148	295	147
Sinusite allergique	37	72	36
Sinusite polypeuse	15	35	9
Rhinite atrophique	47	13	4
Rhinite hypertrophique	13	50	12
Allergie nasale	72	142	72
Otite chronique suppurée	38	40	39
Pharyngite granuleuse	33	12	10
Catarrhe naso-pharyngien	15	15	17
Pharyngite atrophique	20	5	5

Pour Saïd Bakar Tourqui l'enrichissement protéinique que représente la biomasse planctonique peut expliquer une sorte de micro-choc anaphylactique local. Il s'agirait alors d'une sorte de désensibilisation à l'échelon local (Thèse de Doctorat en Médecine Marseille 23.V.66).

Il faut noter en tous cas, tant en O.R.L. qu'en ophtalmologie, que le plus souvent les malades présentant une crise thermale avec aggravation transitoire et fébricules légers sont secondairement les plus améliorés.

Chez les malades qui avaient subi préalablement l'ablation des amygdales et végétations le traitement par eau de mer s'est révélé plus efficace. Par contre, chez les allergiques cette thérapeutique s'est révélée aussi médiocre que les thérapeutiques classiques.

Mode d'action de l'eau de mer

Dans son mémoire pour l'obtention du C.E.S. d'Hydroclimatologie, B. Dejon envisage cette question. Le mode l'action de l'eau de mer ne semble pas tributaire de son pouvoir antibiotique trop faible pour avoir un rôle de premier plan.

La libération locale d'histamine dont parle Boisnière ne peut se concevoir que si l'on utilise des douches filiformes avec une certaine pression.

Des observations de cet auteur, il ressort que le mécanisme d'action de l'eau de mer est double :

a) dans un premier temps il y a liquéfaction du mucus et du pus peut-être par abaissement de la tension superficielle comme le pense Boisnière ou plus simplement de façon mécanique. Les secrétions deviennent plus fluides et le drainage se fait mieux.

b) Dans un second temps, libérées de cette gangue de secrétions, les cellules retrouvent leurs fonctions permettant ce que Bieth et Couturier, cités par Boisnière, appellent une exosmose plasmatique et une endosmose de produits minéraux.

Les apports nutritifs d'origine marine, d'une muqueuse débile démunie et mal nourrie, nous semblent primordiaux dans ce processus de guérison, c'est pourquoi nous étudierons ultérieurement l'action cytophylactique que peut avoir l'eau de mer, action à laquelle nous souscrivons volontiers.

Contre-indications des cures marines.

- affections inflammatoires aigues (tuberculose évolutive)
- néphrites
- cardiopathies inflammatoires cicatricielles non compensées
- maladie de Basedow
- maladies organiques du système nerveux
- cachexie.

III. Thalassothérapie et Ophtalmologie

Comme nous l'avons déjà signalé, il est important de souligner qu'en général il y a une légère exacerbation des signes au début des cures hélio-marines chez les malades en bénéficiant le plus par la suite. Au contraire les ophtalmiques dits "lymphatiques" ne présentant pas cette exacerbation, ne présentent le plus souvent que peu d'amélioration.

Indications.

L'indication cardinale est l'état général et local kerato-sclero-conjonctival, dit "lymphatique" avec phlyctènes et en général blepharo-spasme plus ou moins marqué : sur 27 cas traités par J. Sedan, 21 eurent une amélioration très rapide avec appoint de traitement O.R.L. (Marseille Medical Nº 10 - 1963).

Se méfier de certaines formes subaigues ou aigues sur lesquelles les bains d'eau de mer peuvent avoir une influence désastreuse tant sur l'état général qu'oculaire.

Les plans de cures sont généralement de 10 à 20 bains hyperthermiques de 10 minutes pris avant le repas du soir. Larmoiement, photophobie et blepharo-spasme sont les tests de l'action de la méthode : ils s'atténuent après 15 jours ou 3 semaines de soins.

Des satisfactions réelles sont obtenues sur :
- des sclérites non rhumastimales,
- des blépharites rebelles,
- des syndromes lacrymo-conjonctivaux.

Action parfois spectaculaire sur
- des cas d'ordre neuro-musculaire (asthenopiques, convalescents de diplopie, migraineux ophtalmiques)

Mais ce qui est plus important c'est l'action
- sur l'état général qui conditionne l'amélioration locale.

Contre-indications.

Cas d'allergies rarissimes (2 à 3 cas personnels pour Sedan.)
Contre-indications locales : nulles

Contre-indications générales :
- les réactions locales fâcheuses précèderont parfois les réactions générales avec une vivacité qui pourra surprendre.

Se méfier : des uveïtiques,
des allergiques (les Patch-tests d'eau de mer dicteront le comportement du médecin)

A côté de quelques échecs indéniables, la thermo-thalassothérapie fait bénéficier de succès impressionnants les malades porteurs de Kerato-conjonctivites printanières assorties de rhumes des foins.

IV. Thalassothérapie et Dermatologie.

Le Professeur agrégé E. Colas a dressé les indications et les contre-indications de la Cure Helio-Marine en dermatologie. (Marseille Médical nº 7 - 1961 p. 683).

Indications.

Acné juvénile
Psoriasis
Tuberculoses cutanées
Prurigo de Besnier
Keratoses pilaires
Peaux grasses avec défectuosité du relief, varices
Affections du cuir chevelu.

Contre-indications.

Lupus erythemateux
Les lucites
Les dyschromies, vitiligo en particulier, les eczémas, surtout ceux par photo-sensibilisation aux produits chimiques appartenant au groupe "para" teintures, sulfamides, anesthésiques de synthèse. Des protections sont réalisables soit en limitant les temps d'exposition au soleil soit en plaçant des crèmes anti-actiniques soit en protégeant les sujets par des prises d'antipaludiques de synthèse, la Nivaquinine par exemple à raison de 30 cgr par jour.

Les incidents de la cure hélio-marine sont rares et moins nombreux du point de vue du métabolisme, surtout par rap-

port aux multiples intolérances médicamenteuses ou même des "maladies médicamenteuses" suivant le terme d'Albaharry.

Enfin la Thalassothérapie a été utilisée aussi en gynécologie et des centres de soins seraient en projets en particulier en Espagne.

V. Thalassothérapie et Vieillissement.

L'étude faite par Margat sur "Vieillissement et Thalassothérapie" nous parait intéressante à rapporter. Notons en passant qu'il semble y avoir corrélation entre l' hydratation intracellulaire et l'activité biochimique de la cellule, une plus grande hydratation correspondant à une plus grande activité cellulaire durant la jeunesse mais nous étudierons cette notion dans le chapitre traitant de "l'eau biologique".

Le vieillissement est caractérisé par des troubles du fonctionnement et des lésions cellulaires, des modifications des vaisseaux et des parois capillaires d'où l'importance :

- de l'intégrité du capital enzymatique et de son activité,
- de l'apport nécessaire suffisant et judicieux des substrats,
- de l'apport nécessaire et suffisant de l'oxygène à la périphérie de la cellule,
- de l'élimination des sous-produits toxiques de la chimie enzymatique.

On connait l'importance des cycles métaboliques des divers constituants qui conditionnent le milieu intérieur et les modifications du tissu conjonctif sous le contrôle de l'appareil cardio-vasculaire et des grands systèmes régulateurs neuro-endocriniens.

La lutte contre le vieillissement consiste à mettre l'organisme en état de réagir :

- désintoxiquer l'organisme par un régime approprié et par la stimulation de tous les émonctoires.
- rééquilibrer l'activité fonctionnelle du système cardio-vasculaire.

- rétablir l'équilibre hydro-électrique du milieu intérieur avec les incidences nutritionnelles, hormonales et rénales que cela comporte.
- apporter l'oxygène au niveau de la cellule, c'est-à-dire maintenir l'activité respiratoire.
- réaliser au besoin l'imprégnation hormonale nécessaire, en sachant que les apports substitutifs ne résolvent pas tout le problème et risquent la mise en veilleuse des glandes en cause.

La thalassothérapie est donc au premier plan de cette action biotique cellulaire.

L'originalité de l'eau de mer est comme nous l'avons déjà vu, qu'en plus de sa composition minérale elle constitue le milieu naturel d'êtres innombrables végétaux et animaux, allant des bactéries au phyto et Zooplancton jusqu'aux plus grands Mammifères.

De ce fait elle peut contenir suivant les cycles vitaux de cette faune :

- des secrétions hormonales à doses infinitésimales,
- les cellules reproductrices mâles et femelles de la plupart des métazoaires ainsi que des embryons,
- on y signale la présence d'acides aminés, d'enzymes qui seraient diffusées par les bactéries et Filatov aurait même décelé dans certaines eaux et dans certaines boues, la présence de stimulines biogénées.

Nous avons donc affaire à un ensemble richement minéralisé constituant un milieu biologique à grand potentiel.

Une médication à priori très active ne saurait s'employer qu'avec discernement.

L'action de la thalassothérapie sur le vieillissement doit être divisée en :

1º) Actions de certitude.

Les bains hyperthermiques (38º à 40º) agissant par la masse d'eau minéralisée chaude ont un effet antalgique et de détente neuro-musculaire : l'intense vaso-dilatation de tout le système capillaire, la mobilisation des stases sanguines, accélèrent les migrations physiologiques, activent les émonctoires, stimulent à coup sûr le système réticulo-endothelial avec tout

ce que cela comporte. Des actions réflexes profondes d'origine cutanée s'ensuivent de même que la transminéralisation ionique.

L'application des boues pourra être rattachée à cette capillothérapie en particulier l'application des "Phyto-peloïdes maturés" sur le foie pourra stimuler les multiples fonctions de cet organe.

L'action réflexe à distance de la douche filiforme aura son intérêt.

Parmi les actions de certitudes est rangée aussi l'action de l'éau de mer en boisson sous réserve de l'intégrité rénale. La posologie en est à peu près codifiée : 2 cuillères à potage 3 fois par jour jusqu'à 4 cuillères trois fois par jour, (en augmentant progressivement en 4 semaines). Retour aux doses initiales dans le même temps et en décroissant progressivement.

Rowpler, cité par le Professeur Grislain et de Lauture, a traité des gastrites allergiques (avec des doses de 250 cc en 2 fois pendant 21 jours) et a contrôlé sa thérapeutique deux fois par jour par tubage duodénal. Il note :

- augmentation progressive de la bilirubine
- augmentation progressive de la trypsine
- augmentation progressive des diastases intestinales
- normalisation de l'acidité gastrique
- disparition de troubles dyspeptiques variés.

Cette activation et cette régulation des phénomènes chimiques de la digestion est déjà notre premier acte sur le métabolisme général.

La reminéralisation générale est aussi indéniable et l'état ionique des éléments comme leur équilibre favorise leur assimilation.

Ces actions de certitude auront déjà :

- contribuées à désintoxiquer en partie l'organisme par la stimulation des émonctoires,
- stimulées le système vasculaire dans ses parties les plus profondes avec les incidences sur le système réticulo-endothélial,
- régularisé l'activité fonctionnelle du tube digestif,
- apaisées le système végétatif.

Un grand pas sera déjà fait dans la remise en état général et l'organisme sera plus préparé à une éventuelle thérapeutique plus agressive.

2º) Actions de probabilité.

Subsiste maintenant les possibilités de "réanimation métabolique" et selon l'expression de Laborit "l'orientation préméditée des métaboslismes".

Margat pense que :

- l'on peut toujours espérer la relance d'une réaction enzymatique par l'administration des vitamine s de l'eau de mer.
- les régulations fonctionnelles peuvent à priori bénéficier de la présence des oligo-éléments appropriés.
- que l'apport d'hormones à doses infinitésimales peut être bénéfique .

Mais l'eau de mer est un tout et "la sagesse du corps" comme l'appelle W.B. Cannon, est-elle susceptible de sélectionner ce qui lui est profitable de ce qui lui est nocif, surtout à une époque de la vie ou l'organisme commence à montrer ses défaillances ?

Margat conclue de cette étude que la thalassothérapie est un élément thérapeutique de valeur dans la lutte contre le vieillissement et qu'elle devra être complétée fréquemment par les thérapeutiques tissulaires ou cellulaires. Les échecs de ces dernières techniques paraissant souvent dûs à un défaut de préparation plus ou moins marqué du patient et à un manque de nuances dans leurs applications.

Plus que toute autre, la thérapeutique du vieillissement est une thérapeutique de l'homme total.

VI. Pelothérapie.

A côté de l'hydrothérapie, existe la Pelothérapie ou traitement par les boues minérales ou marines. Elle est utilisée en France dans les Stations de Dax - Barbotan les Thermes - Balaruc ou de Saint-Amand.

On appelle Pelose les boues naturelles minéro-végétales provenant des bourbiers constitués par l'émergence spontanée de

l'eau thermale dans le sol ou dans les anses marines où l'eau est stagnante.

Dans ces bourbiers, des algues se développent et y pourrissent. Ces éléments végétaux en décomposition, intimement mélangés au sol, imbibés d'eau, donnent à cette boue semi-liquide une onctuosité, une plasticité spéciale et une activité thérapeutique empiriquement puis scientifiquement démontrée.

Le Peloïde, au contraire est une boue artificielle reproduisant les caractères des boues naturelles et nécessité par les grandes quantités de boues indispensables pour le traitement des nombreux curistes dans les stations de pelothérapie.

Il existe des Peloïdes qui ne sont que des mélanges extemporanés avant l'emploi d'argile et de tourbes marines avec l'eau de mer : Peloïde d'Ostende par exemple ou des phytopeloses ou peloïdes marins tels que les prépare le Professeur Dubarry de Bordeaux. Il s'agit là de vases marines ne contenant pas de bactéries pathogènes mais un certain nombre d'algues (surtout des diatomees) qui pourrissent sous l'influence des bactéries aérobies, et on arrive en l'espace de six mois à un "mûrissement" de ces boues. En voie de maturation on assiste à :

- l'alcalinisation du milieu
- l'augmentation concomitante du rh ou potentiel d'oxydoréduction.

D'après certains auteurs les algues de ces boues ont élaboré un facteur de croissance la biotine (vitamines B1 - B2). La prolifération et le pourrissement des espèces phyto-planctoniques ont provoqué des modifications physico-chimiques de ces boues : sédimentation plus lente, vitesse de refroidissement diminuée. La vaso-dilatation capillaire facilite lors de l'application (40º à 45º environ) l'absorption par la peau des composants de ces boues et en échange peut fixer divers corps provenant du rejet des métabolites cellulaires, des ions, surtout Na^{+}, Ca^{++}, Mg^{++} mais aussi des radicaux protéiniques.

Cette thérapeutique utilise donc suivant les cas, soit les composants minéraux de vases marines ou artificielles, soit à la fois les composants minéraux, les secrétions phyto-planctoniques et leurs produits de décomposition.

Stefanesco et Bonciu ont montré que certains limons des lacs salés roumains pouvaient rendre stérile une solution microbienne après un délai plus ou moins long. Cette action bactériostatique semble due à l'action favorable des micro-organismes et aux transformations biochimiques des végétaux morts au cours des millénaires. L'action anti-bactérienne de ces limons est une action complexe, labile et spécifique à laquelle participerait la flore végétale, fungique et bactérienne. Enfin un phytopeloïde lentement muri doit présenter un notable pouvoir radio-actif et certains auteurs pensent que la mer renferme en moyenne 400 curies au Km3.

VII. Thalassothérapie Buccale.

En France les travaux sur cette question semblent assez rares à l'exception de ceux de J. Boisnière. Par contre, l'étude de l'action du chlorure de sodium sur le milieu buccal a été entreprise par de nombreux auteurs tant français qu'étrangers : F.J. Bossard, R. Dubois-Prévost, E. Müller, B. Terrier, B. Venzin, R. Weill, A. Chaput, A. Held, J.K. Kluczska, S. Palazzi etc ...

A la suite de nombreux auteurs J. Boisnière constata la responsabilité de "l'intoxication hormonale dans l'étiologie de la pyorrhée", intoxication due à un mauvais fanctionnement de certains organes chargés normalement d'éliminer les toxines-ferments et albuminoïdes-déchets. L'organisme "encrassé" apporte au niveau du tissu osseux paradentaire, siège d'une circulation capillo-artérielle terminale, les produits provenant d'une métabolisme incomplet.

Par suite d'une infuence réflexe sympathique résultant de l'intoxication, une stase veineuse s'instaure, génératrice d'un ralentissement circulatoire et aboutissant à la neutralisation du filtre capillaire. Les cellules inondées d'éléments toxiques, et empoisonnées par la présence d'une quantité anormale de particules albuminoïdes dégénèrent. Enfin Boisnière rappelle les travaux de Vincent sur l'entéro-coccie, l'afflux microbien produit une congestion vasculaire abondante avec toutes les conséquences qui en découlent, créant et entretenant l'état pathologique pyorrheique local.

Boisnière en arrive donc à la conclusion suivante : "que la pyorrhee procède d'un trouble du métabolisme général avec ré-

percussion sur le plan local, ou qu'elle résulte encore d'une infection microbienne intestinale, nous avons été amené à envisager comme traitement local un procédé consistant à désintoxiquer les tissus paradentaires en améliorant et réactivant leur métabolisme local et en leur conservant au maximum leurs propriétés physiologiques et leur rôle de défense".

Boisnière remarque aussi que comme les eaux thermales au griffon, l'eau de mer est une eau vivante. En effet si une injection intra-veineuse d'eau de mer pratiquée sur un chien ne provoque aucune réaction, par contre une solution aqueuse réalisée avec les sels provenant de l'évaporation d'un litre d'eau de mer est toxique pour ce même animal.

Technique d'utilisation de l'eau de mer dans le traitement local des gingivites et des affections des tissus paradentaires.

L'eau de mer est utilisée par cet auteur en douche filiforme qui agit localement, directement ou par action réflexe. Directement sous forte pression cette douche détruit électivement tous les tissus malades. Comme le dit Veyzières, "c'est une véritable curette intelligente".

Par son martèlement des tissus ce jet sous forte pression provoquerait secondairement une réaction fibrogénique génératrice de gingivo-sclérose. Sous une pression de 5 atmosphères, elle réalise un massage des gencives qui ne traumatise pas les muqueuses saines. Elle excite la vitalité des tissus muqueux et entraine une vaso-dilatation interne.

Pour Boisnière cette douche filiforme déterminerait un réflexe histaminergique autour du point de percussion avec libération d'histamine cutanée.

Enfin, pour de la Farge son action sur le sympathique n'est pas niable et se décèle fréquemment par l'apparition de céphalées, de courbatures, de somnolences.

Partant de ces observations et études, un traitement local a été réalisé. Il a pour but de désensibiliser et réactiver le parodonte, faute de pouvoir lui restituer son intégrité anatomique primitive et ce pendant qu'un traitement général tendra à dépolariser le terrain arthritique, à rétablir les fonctions détoxicantes en antitoxiques du foie et à stimuler l'activité du filtre rénal.

Des moyens de fortune ont été utilisés au départ puis l'irrigateur endo-buccal de Von Weissenfluh a été employé.

Après un détartrage complet le traitement par douche filiforme est commencé au début avec des pressions de l'ordre de 1 à 2 kg/cm2, l'eau étant tiédie. La pression serait d'autant mieux supportée que les tissus sont plus profondément infectés. Les premières séances durent 5 minutes tous les 2 jours pour arriver à une durée de 20 minutes ultérieurement. Dans ses premières publications (1952) Boisnière conseilla des pressions de 1 à 2 kg au début alors que dans les dernières (P.O.S. 1957) il conseillait d'emblée des pressions de 6 à 7 kg avec de l'eau froide pour lui conserver toutes ses qualités physico-physiologiques "d'eau vivante".

Pour les gingivites les résultats seraient satisfaisants en 5 à 10 séances.

Pour les "Pyorrhées bien établies" il semble qu'une vingtaine de douches soient un minimum pour constater une amélioration.

Les eaux minérales en stomatologie.

Sans développer ce chapitre qui déborderait de notre sujet, nous rappellerons que pour René Quinton les eaux minérales ne sont le plus souvent que des eaux d'origine marine ou des eaux s'étant minéralisées sur des nappes de sels d'origine marine (Salies de Bearn, Salins, Moutiers, Balaruc, Bourbonne, Nauheim, Niederbronn, Wiesbaden, etc ...)

RECHERCHE DES DIFFERENTS ELEMENTS THERAPEUTIQUES DE L'EAU DE MER

I Possibilité d'action antibactérienne ?

II Possibilité d'action au niveau des échanges trans-membranaires ?

III Possibilité d'action du climat marin comme adjuvant favorable au milieu buccal ?

I Possibilité d'action antibactérienne ? (PLAN)

A) Cultures de bactéries aérobies sur différentes eaux de mer pures.

1º) sur eau de mer fraiche
2º) sur eau de mer filtrée
3º) sur eau de mer stérilisée par la chaleur
4º) sur eau de mer vieillie
5º) sur témoin au sérum physiologique

Discussion.

Valeur des différents facteurs défavorables au développement bactérien présents dans l'eau de mer :

1º) absorption et présence bactérienne (Seston et Tripton)
2º) apport nutritif et croissance bactérienne
   a) eau de mer fraiche
   b) eau de mer filtrée ou stérilisée par la chaleur
   c) eau de mer vieillie
   d) action de l'enrichissement sur la population bactérienne
   e) crypto-croissance, métabolisme endogène et croissance des bactéries.
3º) Chlorure de sodium et croissance bactérienne
4º) phénomènes d'antagonisme bactérien :
   - de certains animaux benthiques
   - de bactéries marines
   - de très nombreuses algues rouges, brunes ou vertes.

B) Cultures comparatives de bactéries de la flore de Veillon sur milieux V.L. préparés à l'eau douce et à l'eau de mer.

- Liste et origine des souches utilisées
- Pouvoir pathogène de ces bactéries
- Compositions des différents milieux de cultures utilisés
- Résultats
- Discussion.

C) Influence de l'eau de mer sur l'activité de plusieurs antibiotiques

- technique et méthode
- Résultats
- Conclusions.

I. Possibilité d'une action antibactérienne de l'eau de mer.

A) Cultures de bactéries aérobies sur différentes eaux de mer pures.

Il est classique dans les publications qui traitent de la viabilité des bactéries pathogènes dans l'eau de mer d'utiliser différentes eaux :

1º) l'eau de mer fraiche : prélevée depuis moins de 48h
2º) l'eau de mer filtrée
3º) l'eau de mer stérilisée par la chaleur
4º) l'eau de mer vieillie : à l'obscurité pendant 1 an ou deux
5º) Un témoin au sérum physiologique.

L'utilisation de ces différentes eaux cherche à prouver une action antibactérienne plus active de l'eau de mer fraiche. Reprenant cette idée, nous donnerons ci-dessous les résultats d'une expérimentation faite avec les germes suivants :

- bactéries charbonneuses,
- E. Coli Bruxelles,
- Sh. Flexneri,
- S. Typhimurium,
- Acrobacter aérogènes,
- Staphylococcus aureus (Oxford),
- S. Thyphi Vi.

1º) L'eau de mer fraichement récoltée et mise en contact avec les suspensions microbiennes ci-dessus ne permet pas une survie supérieure à 14 jours.

2º) L'eau de mer filtrée prolonge le temps de viabilité de la bactéridie charbonneuse, de la S. Thyphi Vi et de l'E. Coli Brx jusqu'à 45 jours. La survie est de 9 à 30 jours pour les autres germes.

3º) Dans l'eau stérilisée par la chaleur la vie des bactéries se prolonge encore davantage atteignant 60 jours pour E. Coli Brx et pour S. Typhi Vi, elle est de 30 jours pour la bactéridie charbonneuse et seulement de 12 à 15 jours pour les autres germes.

4º) L'eau de mer vieillie est la plus favorable à la vie car elle permet la survie de S. Typhimurium jusqu'à 94 jours et celle de la bactérie charbonneuse jusqu'à 86 jours.

N.B. Le témoin à la sollution physiologique ne permet pas une viabilité supérieure à 86 jours.

Stefanesco qui a étudié cette action antibactérienne note un point très important, à savoir l'épuisement des milieux de culture tant témoin que l'eau de mer. Après avoir étudié les facteurs défavorables au développement bactérien habituellement invoqués, nous reviendrons sur cette action, surtout que le milieu buccal est susceptible d'apporter à l'eau marine un apport énergétique non négligeable pour de nombreuses espèces bactériennes.

Discussion :

Après des études portant sur plusieurs années, J. Brisou a consacré un mémoire à ce problème de la vie et de la survie des bactéries dans le milieu naturel et les eaux de mer plus spécialement. Ses études sont basées sur l'observation du comportement de bactéries très variées, de toute provenance, dans des eaux de mer naturelles "vivantes", des eaux filtrées, des eaux stérilisées par la chaleur, ou centrifugées à grande vitesse. L'auteur a rappelé à ce propos des études déjà anciennes dont il a confirmé les conclusions.

Il ressort de l'ensemble que la matière organique reste l'élément essentiel de la vie et de la survie des germes. L'absence d'éléments énergétiques et de facteurs de croissance interdit tout développement bactérien, cela est l'évidence. Il suffit d'ajouter à une eau de mer naturelle non stérilisée d'une origine quelconque : littorale, océanique ou de grande profondeur, la matière organique nécessaire pour assister très rapidement à un développement bactérien. Ces apports peuvent être des peptones, des hydrolysats de caséine, des glucides, des sels d'NH_4, etc.. des facteurs de croissance, vitamines, acides aminés. Les développements bactériens sont facteurs de la quantité et de la qualité des substances ajoutées.

J. Brisou a pu contrôler très facilement toutes les lois classiques de la croissance sur des eaux de mer naturelles dites "vivantes" ce qui eut été impossible si des substances antagonistes étaient présentes.

Survie de bactéries dans divers échantillons d'eau de mer

(en jours)

Germe infectant.	Eau de mer				Témoin au Nacl 9%
	fraiche	filtrée Seitz EK 14	Stérilisée par la chaleur	Vieillie pendant 2 ans	
B. Charbonneuse	11	45	30	86	60
E. Coli Bruxelles	10	45	60	60	86
Sh Flexneri	7	9	12	30	15
S. Typhimurium	9	14	14	94	30
Aerobacter aérogènes	8	12	15	15	21
Styphi Vi	14	45	60	30	60
Staphylococcus aureus	13	30	45	15	21

Connaissant ces lois élémentaires il est facile d'interpréter les expériences rapportées plus haut.

Dans aucun des cas cités il ne peut y avoir croissance puisque les substances énergétiques sont absentes. Il ne peut s'agir que de survie, de résistance au jeûne.

Discussion : Valeur des différents facteurs défavorables au développement bactérien dans l'eau de mer.

L'eau de mer ayant été présentée par certains auteurs comme ayant une action antibiotique, il est intéressant d'étudier les facteurs défavorables au développement bactérien.

1º) Seston et présence bactérienne.

L'eau de mer ne se présente pas sous une apparence homogène, elle contient toujours des particules organiques en suspension qui constituent le Seston. Les bactéries se fixent rapidement sur ces micelles, elles sont adsorbées et le nombre des bactéries libres peut être réduit de 95% en quelques heures, ce qui peut donner "l'illusion" d'une disparition rapide. Par contre, les eaux de mer filtrées ou stérilisées par ébullition peuvent présenter une plus grande homogénéité par élimination des particules adsorbantes.

2º) Apport nutritif et croissance bactérienne.

Les milieux de culture s'épuisent progressivement. Les travaux de J. Monod (Recherches sur la croissance des bactéries-1942) ont établi que pour des concentrations ioniques données, une température, une oxygénation, une pression fixe, la courbe de croissance bactérienne est fonction de la concentration de l'aliment. Il est donc intéressant avant d'invoquer une action antibactérienne, de voir si ces mêmes bactéries ne disparaissent pas faute d'un apport nutritif suffisant dans les différentes eaux de mer habituellement utilisées en laboratoire.

Les professeurs Brisou et Y. de Rautlin de la Roy ont publié en 1966 les résultats d'une enquête portant sur 1000 échantillons d'eau de mer de toutes les profondeurs et provenant aussi bien de l'Atlantique, que de la Manche ou de la Méditerranée.

Ils ont pu constater que les taux de matières organiques étaient toujours inférieurs à 10 mgr par litre et le plus souvent égal ou inférieur à 3 mgr/L. De plus, ces pourcentages étaient tout à fait irréguliers en fonction de la profondeur.

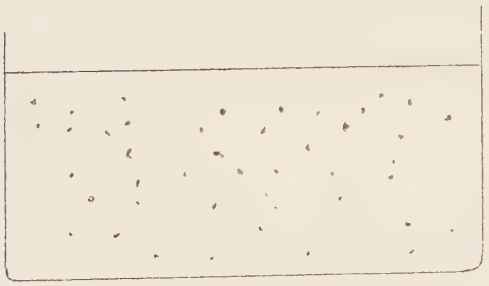
a) Cas de l'eau de mer fraiche.

L'eau de mer fraiche est un milieu de culture très pauvre (3mgr/L environ) alors que les milieux artificiels comportent 20, 30 et même 40 grammes par litre de substrats organiques. Dans la phase de concurrence vitale il semble donc normal que les bactéries pathogènes plus exigeantes disparaissent plus rapidement que les bactéries autochtones habituées à ce régime carencé.

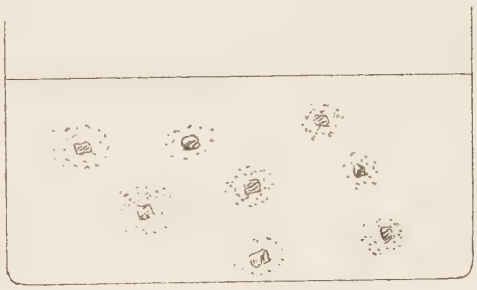
b) Cas des eaux filtrées ou stérilisées par la chaleur.

Beaucoup d'auteurs se livrent à des expériences de survie des bactéries dans l'eau de mer comparant le comportement des germes dans les eaux filtrées, non filtrées, ou bouillies.

Chauchard a montré dès 1935, et d'autres auteurs depuis, que des eaux sédimentées, filtrées, centrifugées et à plus forte raison ultra-filtrées, sont encore plus pauvres en matières organiques. Il a été prouvé qu'une eau contenant par exemple 3mgr de matière organique par litre n'en contenait plus que la moitié ou le tiers après filtration (J. Brisou et Coll.)



Les bactéries en milieu homogène donnent soit par filtration soit par les méthodes de dilution des taux élevés.



En milieu hétérogène (présence de particules : seston, plancton, etc ...) les bactéries donnent par filtration un nombre réduit de colonies sur les membranes et par dilution des taux très irréguliers.

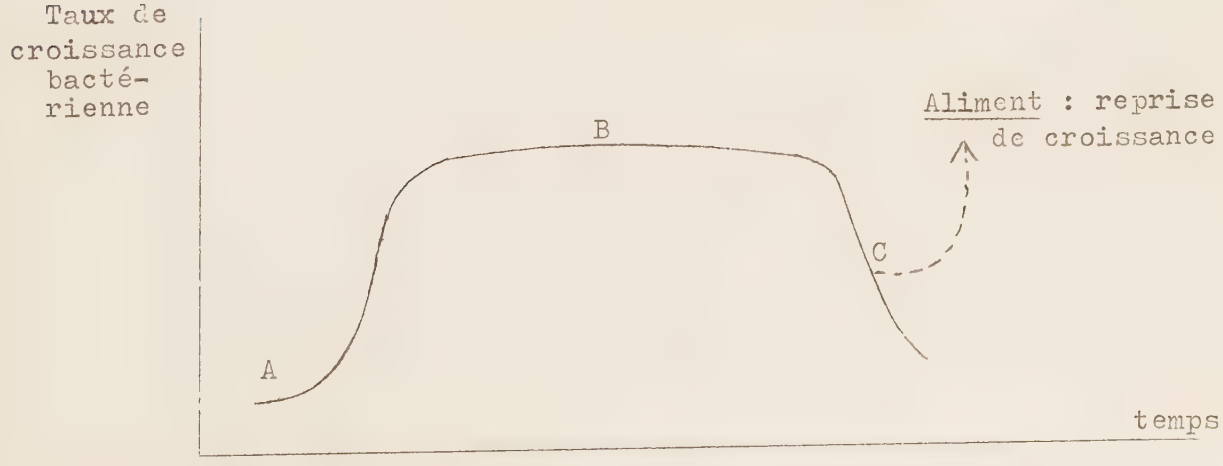
c) Variations de la matière organique dans les eaux de mer vieillies. (de plusieurs mois à un an au laboratoire)

Souvent il n'y a aucune modification appréciable, certaines eaux vieillies s'appauvrissent, d'autres s'enrichissent, en conclusion le devenir de ces eaux est imprévisible. A chaque fois qu'une augmentation importante est enregistrée, on peut observer une assez grande quantité microbienne, cette éventualité se produit à partir du 4ème mois en général. Au bout d'un an, il y a presque toujours enrichissement de l'eau en matière organique. Cette augmentation peut atteindre 68% du taux initial, mais de toute façon reste très en dessous de 10 mg/l et n'autorise pas la croissance des bactéries hétérotrophes exigeantes que sont les bactéries pathogènes.

Les bactéries autochtones et les oligotrophes se comportent souvent comme des nécrophages, ce qui fait proposer au Professeur Brisou le terme de "Bactérionécrophagie".

Rappelons que dans une eau de mer naturelle les bactéries pathogènes telles que E. Coli et St. aureus sont incapables de croître en raison de matériaux nutritifs manquants. Mais dès que cette eau, stérilisée ou non, bouillie ou filtrée, est enrichie, la croissance devient normale à la condition que l'enrichissement corresponde quantitativement et qualitativement aux exigences de la bactérie.

Action d'un milieu anergétique.



Un milieu anergétique met les bactéries dans les conditions de la phase logarithmique de mortalité bactérienne qui correspond à

l'épuisement de l'aliment.

A. Phase logarithmique de croissance, toutes les cellules sont vivantes et en pleine activité enzymatique.

B. phase stationnaire, mortalité et natalité s'équilibrent

C. phase logarithmique de mortalité dont la raison essentielle tient à l'épuisement de l'aliment.

Si en C on apporte un nouvel aliment, on enregistre immédiatement une reprise de la croissance.

Le fait de transférer des bactéries de la phase A dans de l'eau de mer équivaut à un passage brutal de A en C. Il ne peut se traduire d'une autre manière que par une mortalité.

d) Action de l'enrichissement sur la population microbienne.

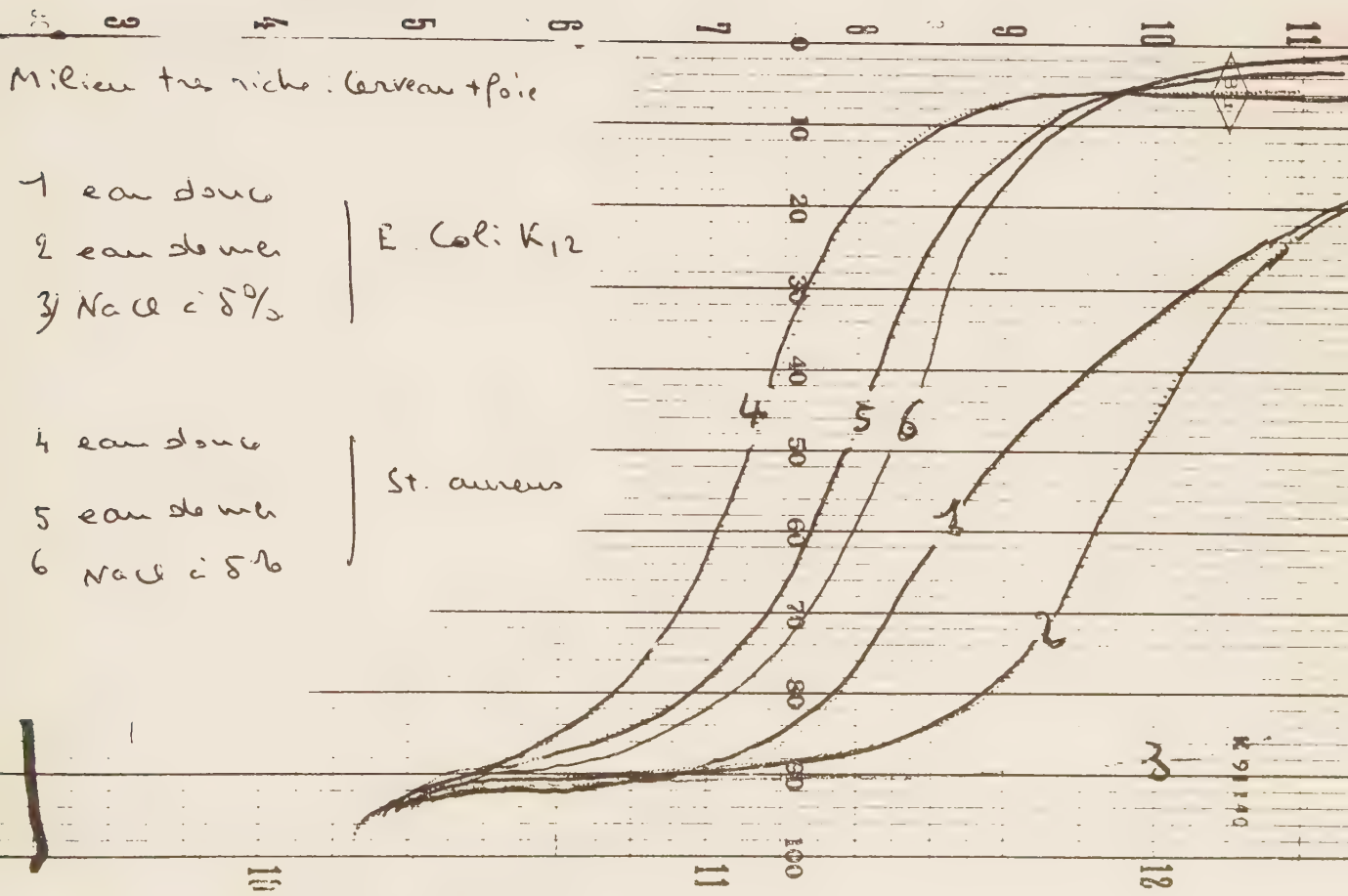
La culture des bactéries autochtones est rapide entre 8 et 12 mg de matière organique. Par contre les cultures des entérobactéries sont plus rapides à partir de 30 mg . Ces enrichissements peuvent être suivant les bactéries des apports de peptones, d'hydrolysats, de caséine, des glucides, des sels d'NH_4 etc ... et des facteurs de croissance, vitamines, acides aminés.

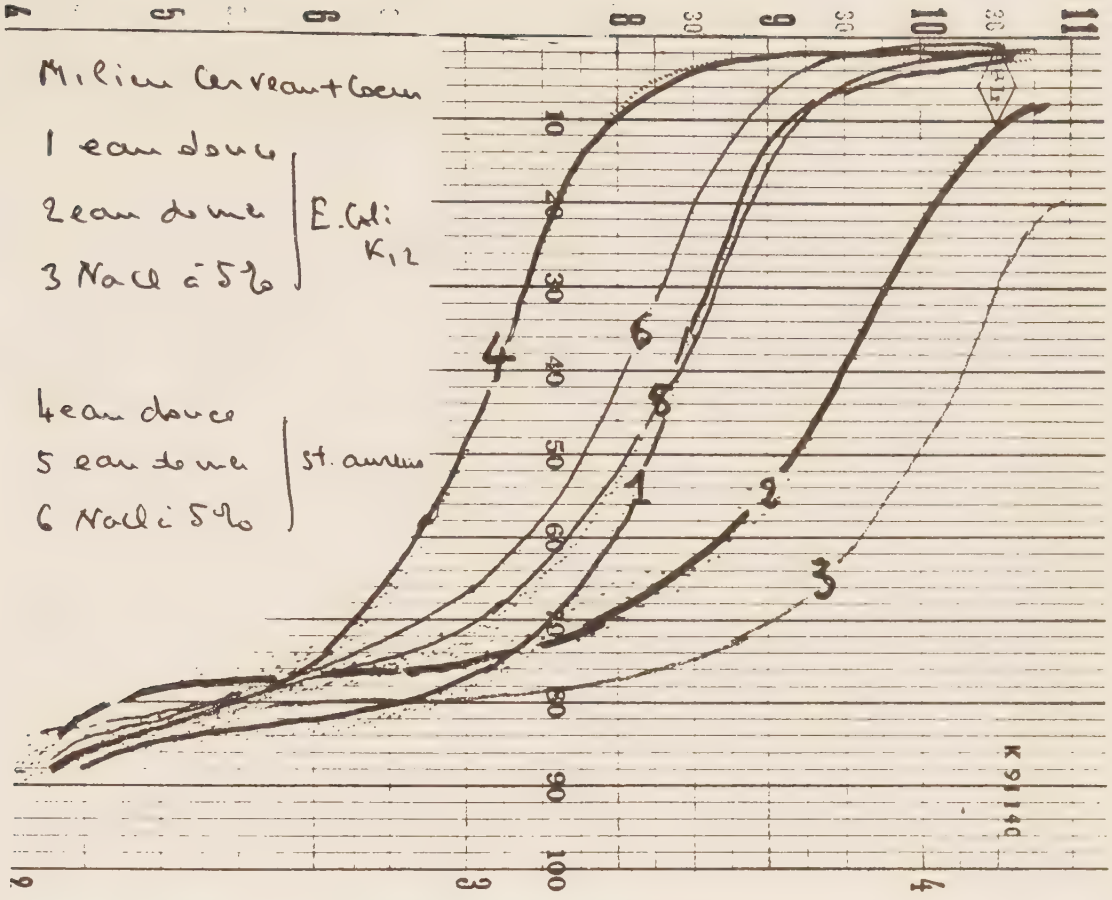
Il est à noter que certaines eaux en zones marines semblent convenir mieux à certaines espèces microbiennes. (J. Brisou et Y. Rautlin de la Roy)

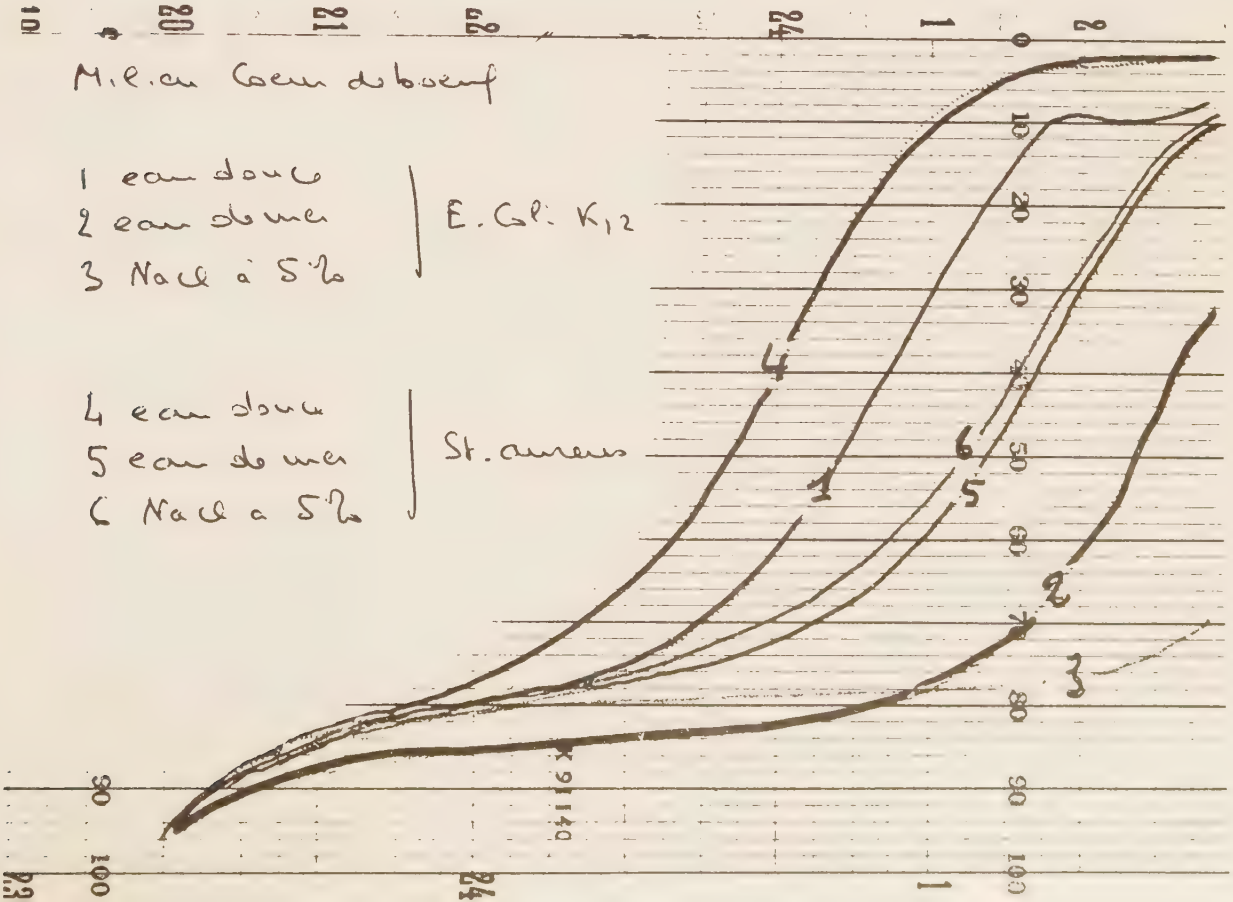
Si l'on se rappelle que les milieux conseillés pour la culture de ST. aureus contiennent environ 20 gr par litre de substrats protéiques et hydrocarbonés, on comprend aisément que dans une mer 10.000 fois trop pauvre on ne puisse observer aucune culture. E. Coli étant moins exigeant, ses croissances enregistrables au biophotomètre ne commencent que pour des valeurs voisines de 1 gr de peptone par litre soit 900 fois la teneur moyenne de l'eau de mer en matière organique totale. Seules quelques oligotrophes et évidemment les germes autotrophes peuvent croître dans l'eau de mer non enrichie. Cette croissance est toutefois lente.

Ce milieu est donc "anergétique" au départ et non antibiotique. Les différentes courbes ci-dessous obtenues avec un

biophotomètre enregistreur de Jouan, permettront de prendre conscience de l'importance de la richesse du milieu de culture sur E. Coli K12 et Staphylococcus aureus ainsi que les modifications apportées à la croissance suivant que les milieux sont préparés à l'eau douce, à l'eau de mer ou à 5% de Na Cl.




Milieu Cerveau + Coeur
1 eau douce
2 eau de mer
3 NaCl à 5%
E. Coli K12
4 eau douce
5 eau de mer
6 NaCl à 5%
St. aureus


Milieu Coeur de boeuf
1 eau douce
2 eau de mer
3 NaCl à 5%
E. Coli K12
4 eau douce
5 eau de mer
6 NaCl à 5%
St. aureus

e) Crypto-croissance, métabolisme endogène.

La ration d'entretien est la partie d'énergie absorbée par un organisme pour le maintien de sa structure (Monod). Cette ration d'entretien est très faible et peut varier avec les espèces.

Postgate a calculé que 50 cadavres microbiens pouvaient subvenir à la croissance d'une cellule (crypto-croissance).

D'autre part, les bactéries synthétisent des matériaux neufs à partir du carbone endogène provenant de cellules dont certains constituants ont été dégradés. Ce métabolisme endogène supplée au manque de substrats exogènes en cas de jeûne prolongé et l'Ecole Anglaise (Postgate, Hunter et Brian) a publié d'importantes études sur ce point particulier.

En conclusion, l'eau de mer apparait donc vis-à-vis des bactéries pathogènes comme un milieu anergétique et il ne semble pas y avoir à ce stade d'action antibiotique.

Nous devons cependant savoir que si l'eau de mer est en général un milieu anergétique, certains micro-environnements peuvent par contre être suffisamment énergétiques pour les bactéries et permettre de nouveau la multiplication bactérienne. En effet les bactéries pelagiques s'agglomèrent souvent entre elles, pour former des agrégats où se fixent sur des particules en suspension telles que le plancton. Bien que le taux des substances nutritives dissoutes n'assuraient jusque là qu'une ration d'entretien, ces bactéries peuvent trouver une fois fixées sur le plancton une ration de croissance suffisante. Dans ces cas particuliers les éléments nutritifs concentrés trouvés sur ces micro-environnements permettent une reprise de l'activité métabolique des bactéries et de ce fait leur multiplication . (D. Rigomier)

3º) Chlorure de sodium et croissance bactérienne.

Certains auteurs ont pensé que la salinité du milieu marin pouvait-être aussi un facteur contraire au développement bactérien. Il apparait toutefois que la plupart des germes pathogènes, à,de très rares exceptions près, cultivent aisément sur des milieux préparés avec de l'eau de mer naturelle. En effet la plupart de ces bactéries sont indifférentes aux salinités modérées allant de 0,5 à 5% en Nacl, cela permet de considérer ces bactéries comme "Euryhalines". Certaines espèces bactériennes,

telles que les Serratia, les Listeria, les Staphylocoques, certaines Enterobactéries, Pseudomonaceae et Clostridiaceae cultivent même mieux sur les milieux à l'eau de mer que sur les milieux ordinaires, ce sont les "Halophiles préférentiels". Il faut préciser cependant que certains germes peuvent se révéler halophiles stricts dans des milieux liquides et euryhalins dans des milieux solides.

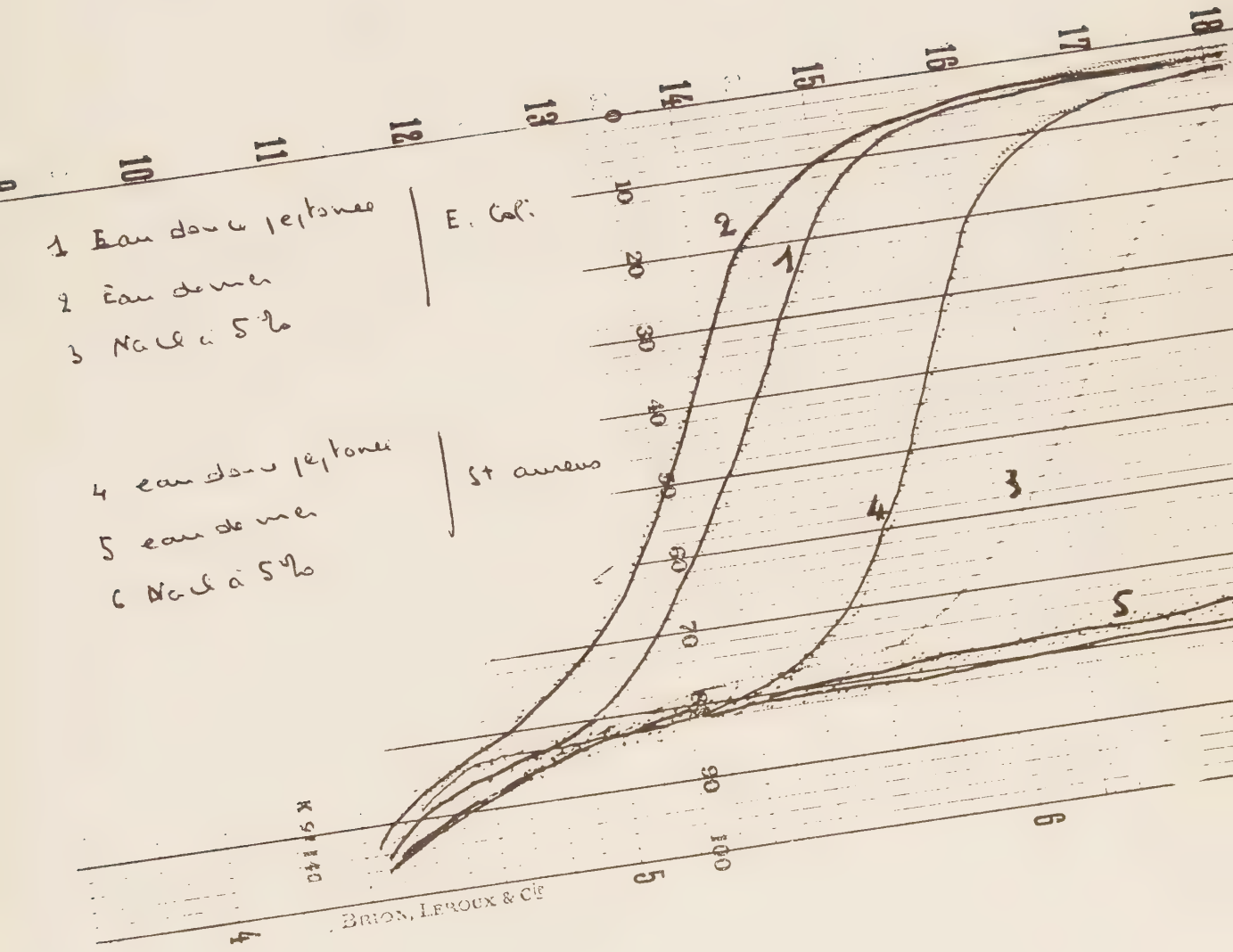
La plupart des bactéries pathogènes connues -(95% environ) sont euryhalines, d'autres exigent par contre une certaine concentration en Nacl pour croitre (Sténohalisme). Trois catégories ont arbitrairement été délimitées parmi les bactéries :

1º) les bactéries halophiles faibles (3,5% de Nacl environ)
2º) les bactéries halophiles modérées (5 à 15% de Nacl)
3º) les bactéries hyperhalophiles (rares 7 espèces) exigent 20 à 30% de Nacl. Parmi ces hyperhalophiles on distingue :
- les Halobactérium
- le groupe des Sarcina morrhuae.

L'halophilie est un caractère capricieux, parfois éphémère, même sur des bactéries exigeantes au départ, c'est aussi une propriété d'acquisition limite. Par contre, le retour de l'halophilie à la situation euryhaline semble habituelle à de rares exceptions près (J. Brisou et Coll).

Il existe donc des possibilités d'adaptation très lente des bactéries au milieu marin. Cette aptitude ne concerne toutefois que quelques groupes le plus souvent à Gram négatif. L'euryhalisme semble en définitive l'état normal.

La courbe ci-dessous obtenue aussi au Biophotomètre, montre l'adaptation à la salinité. La souche d'E. Coli utilisée était une souche humaine conservée pendant cinq mois dans une eau peptonée salée à 5%.



Adaptation à la salinité

LISTE DES BACTERIES HALOPHILES ACTUELLEMENT AUTHENTIFIEES.

(J. Brisou - C. Tysset - R. Moreau et F. Denis)
(L'Halophilie est la propriété que possèdent les organismes qui aiment l'eau salée).

MICROCOCCAE : 3

M. sedentarius
M. halophilus
Sarc. littoralis

PSEUDOMONADACEAE

Pseudomonas : 6

Ps. felthami
Ps. gelatica
Ps. membranula
Ps. pleomorpha
Ps. sessilis
Ps. viscosa

Phytobacterium : 11

Ph. azotoganum
Ph. fabae var. halophile
Ph. harvayi
Ph. hypothermis
Ph. marino persicum
Ph. mesentericum
Ph. neriticum
Ph. obscurum
Ph. periphytum
Ph. phosphoreum et variantes
Ph. stereotropis.

Xanthomonas : 10

X. aestumarina
X. aurantiaca
X. cutirubra
X. enalia
X. fischeri (luminescent)
X. mariniflava
X. oceanica
X. proteolytica
X. salinaria
X. xanthochrus

Flavobacterium : 6

Fl. amocontactum
Fl. chitinochromum
Fl. halobium
Fl. halophilum
Fl. halohydrium
Fl. neptunium

Empedobacter : 10

Emp. delesseriae
Emp. droebachence
Emp. halmephilium
Emp. halodenitrificans
Emp. iridescens
Emp. maris mortui
Emp. morrhuae
Emp. trapanicum
Emp. uliginosum
Emp. polysiphoniae

Achromobacter - Acinetobacter : 4

Achr. aquamarium
Acin. lwoffi var. halophile
Acin. stenohalis
Achr. thalassium

Serratia : 1

S. marinorubra

RISTELLACEAE : 1

Ristella halosmophila (Anaérobie strict)

VIBRIONACEAE

Vibrio : 22

V. algosus
V. aristei
V. avidus
V. costicolus
V. fortis
V. granii
V. haloplanktis
V. hyphalus
V. marinoflavus
V. marinofluvus
V. marinopraesene
V. marinus
V. mytili
V. notus
V. parahaemolyticus
V. pierantonii
V. ponticus
V. stanieri
V. turbidus

AUTRES ESPECES OU ECOTYPES

Sporobibrio var. aestuari (M. aestuari)
Actinomyces halotrichis
Cytophaga rosea
Une variété d'Innominatus et un Bacterium

Cette liste ne peut en aucune façon être considérée comme limitative. Enfin sur cet ensemble il n'y a que 6 Gram positif contre 67 Gram négatif soit 8,9%.

4º) Phénomènes d'antagonisme bactérien.

L'eau de mer fraiche étant la moins favorable à la survie des bactéries, différents facteurs biologiques défavorables au développement de ces bactéries ont été invoqués :

A côté des "macroprédateurs" que sont les : Copépodes, Protozoaires, Annelides, Mollusques filtreurs etc ... des "microprédateurs" ont été invoqués : bactériophages, B dellvibrios. Depuis quelques années les recherches dans ce domaine sont de plus en plus nombreuses : ainsi de nombreux phénomènes "d'antagonisme" ont été mis en évidence à partir d'extraits provenant :

- de certains animaux benthiques : Spongiaires (Nigrelli et Coll. 1960), Coraux (Burkholder et Coll. 1958), Mollusques (Prescott et Coll. 1962)

- de bactéries marines (Rosenfeld et Zobell 1947, Grein et Mayers 1958 - Krassilnikova 1961 - et plus récemment Baam, Gandhi et Freitas 1966 - Burkolder et Coll. 1966).

- de très nombreuses algues rouges, brunes ou vertes : (essentiellement : Pratt et Coll. 1951 - Kaminoto 1955, Steeman Nielsen 1955 - Chesters et Stott 1956 - Roos 1957 - Burkholder et coll. 1960 - Allen et Dawson 1960 - Olesen et coll. 1963 - Sieburth et Coll. 1960-1964 - Duff, Bruce et Antia 1966)

- des Cyanophycées : (Starr et Coll. 1962)

Pour beaucoup de ces organismes, les substances actives ont été isolées et leur nature chimique identifiée : ce sont en général des acides gras, des chlorophyllides ou des substances du groupe des terpènes et des phénols. Burkholder et Coll. ont même pu isoler, à partir d'un germe marin, un antibiotique à structure pyrrolique.

En ce qui concerne les organismes planctoniques, le C.E.R.B.O.M. étudie depuis 1960 l'action antibactérienne du phytoplancton. En 1966, M. Aubert et M. Gauthier écrivaient dans la Revue Internationale d'Océanographie Médicale (R.I.O.M.) :

"le travail présenté ici a pour but de mettre en évidence l'origine purement planctonique des actions antibiotiques d'une Diatomée marine : Astérionnella japonica. Cette Diatomée, issue d'une culture axénique, est testée vis à vis de Staphylococcus aureus.

209 P. Streptococcus faecalis, Sarcina lutae, Escherichia Coli Monod, comparativement à l'action de la même Diatomée issue d'une culture non axénique. Les résultats montrent une activité antibactérienne semblable en culture axénique et en culture non axénique ; cette activité antibactérienne intéresse Staphylococcus aureus 209 P, Streptococcus faecalis, Sarcina lutea".

"Poursuivie avec 45 diatomées et 11 autres espèces phytoplanctoniques sur différents germes terrestres, cette étude a montré que 25% des organismes planctoniques testés avait une activité plus ou moins importante" (R.I.O.M. - T5, 1967)

Cependant, M. Aubert et D. Pesando ont remarqué une variation de l'action antibiotique des souches planctoniques en fonction du rythme biologique de la mer. En effet, les souches utilisées étant isolées depuis cinq années, elles étaient thermo- et lumino-stabilisées, et le seul lien qu'elles conservaient avec les rythmes biologiques océaniques étaient l'apport d'eau de mer stérilisée qui sert de base à la préparation des milieux de culture. Un médiateur chimique contenu suivant les mois dans l'eau de mer pourrait donc déclencher ou inhiber la synthèse de l'antibiotique par le phytoplancton. L'existence de ce médiateur chimique pourrait être expliqué par la présence en quantité importante de diatomées, par contre l'inversion de la formule planctonique et la présence en plus grande quantité de péridiniens (de mars à juin) expliquerait la disparition de ce facteur chimique.

Il faut souligner aussi que certaines boues marines fraichement prélevées auraient aussi une action antibactérienne.

Les cultures de phytoplancton en milieux riches, tels que le pratique le Cerbom, donnera peut-être des résultats très intéressants sur ces produits secrétés en milieux riches. Il en est d'ailleurs de même des meilleurs producteurs d'antibiotiques comme les Streptomyces ou les Bacillus qui n'élaborent pratiquement pas leurs produits spécifiques dans la nature, mais ont besoin de milieux riches pour en faire la synthèse.

Des auteurs tels que Stanier, Brian, Woodruff et Miller pensent à juste titre d'après le professeur Brisou que si cette production d'antibiotiques dans le milieu naturel ne fait aucun doute, son action demeure nécessairement très limitée du fait de l'extrême dilution des produits élaborés. Les effets demeurent donc négligeables sur l'écologie. Sieburth pense de même et donne pour exemple de la nécessité de la concentration des antibiotiques le

cas suivant :

au cours d'une campagne en Antarctique, cet auteur remarqua qu'une petite algue Phaeocystis Pouchetii était douée d'une action antibiotique. Suivant le cycle de cette algue, il remarqua qu'elle était absorbée par un crustacé Euphausia Superba dans l'intestin duquel était concentré le principe antibiotique. Ce crustacé entrant dans la chaine alimentaire des pingouins cet antibiotique concentré serait libéré, ce qui expliquerait l'absence d'enterobactéries dans l'intestin de l'animal.

B) EXPERIMENTATION DE L'ACTION DE L'EAU DE MER SUR DES CULTURES BACTERIENNES D'ORIGINE BUCCALE.

Toutes les bactéries ici étudiées appartenaient au microbisme anaérobie strict endogène, donc à des groupes microbiens que l'on ne rencontre pas dans la nature, à l'exception des Actimomycètes (Actin. Israeli.)

Liste et origines des souches utilisées.

Les souches que nous avons utilisées pour l'expérimentation étaient des souches pures provenant de l'Institut Pasteur et nous remercierons notre confrère Simon Berenholc d'avoir eu l'amabilité de nous les procurer.

Différentes souches utilisées :

St. anaerobius (2 souches)
St. Micros
St. Evolutus
St. Intermedius
Dipl. Plagarum belli
Bifidobacterium bifidum
Actin. Israeli
Eubact. lentum
Coryn. liquifaciens
Coryn. Granulosum
Ramib. Pleuriticum
Dipl. Morbillorum

Fusiformis
Veillonella alcalescens
Caten. Contortum
Ristella fragilis

Soit en tout 17 souches.

Pouvoir pathogène et signification de ces bactéries :

Les Streptocoques et les Diplococcus utilisés au cours de ce travail sont tous considérés comme des microbes pyogènes, agents d'abcés localisés ou parfois de processus plus étendus allant jusqu'aux gangrènes, c'est le cas en particulier pour St. anaerobius, St. evolutus et St. intermedius.

Les espèces plagarum belli et morbillorum sont par contre considérées comme inoffensives ou peu pathogènes.

Veillonella alcalescens est assez répandue, hôte des cavités naturelles de l'homme, elle peut provoquer des abcés. C'est essentiellement là encore un germe pyogène.

L'actinomyces israeli, ou plus exactement Actinobacterium israeli (Wolf et Israel) Sampietro 1908 porte de nombreux synonymes. Il s'agit d'une bactérie répandue dans la nature que l'on rencontre aussi dans les sols, les fumiers. Elle provoque des actinomycoses chez les animaux et chez l'homme. Elle s'écarte donc nettement des autres germes introduits dans la série étudiée. Mais il n'était pas sans intérêt de constater que l'eau de mer ne gène nullement sa croissance.

Cultures :

Les premières cultures de ces bactéries ont été faites tout d'abord sur Gelose de Veillon (milieu gelosé, nitraté et glucosé dont la composition est la suivante) :

- macération de viande de boeuf ..... 500 ml
- eau ..... 500 ml
- Peptone chapoteaut ..... 20 gr
- Gelose ..... 8 gr
- Nitrate de potassium ..... 1 gr
- Glucose ..... 10 gr

PH final : 7,4 - 7,5

Puis ces bactéries furent réensemencées sur un milieu au Thioglycolate qui permet la culture des germes aerobies, anaerobies et des microaerophiles :

- Formule en grammes par litre d'eau distillée :

Peptone pancréatique de caseine (Trypticase)	15
L. Cystine	0,5
Glucose	5
Extrait de levure	5
Chlorure de sodium	2,5
Thioglycolate de sodium	0,5
Resazurine	0,001
Gelose	0,75

PH final : 7,1

Enfin ces germes furent réensemencés une dernière fois sur un milieu V.L. (milieu à l'extrait de viande et de levures):

- Peptone trypsique	10 gr
- Chlorure de sodium	5 gr
- Extrait de viandes (Liebig ou Difco)	2 gr
- Extrait de Levures (Liebig ou Difco)	5 gr
- Chlorhydrate de cysteine	0 gr 3
- Eau distillée	1000 ml

A tous ces milieux étaient ajoutés des facteurs de croissance indispensables, notamment des extraits globulaires (2 ml pour 10 ml de milieu) ou du liquide d'ascite (1/3 pour le milieu V.L. enrichi).

Une fois assurée la croissance normale de ces bactéries, des cultures nouvelles réalisées sur les mêmes milieux V.L. enrichis, mais préparés cette fois :

- d'une part avec de l'eau douce
- d'autre part avec de l'eau de mer naturelle stérile

Résultats :

Les cultures furent incubées à 37º en deux séries parallèles :

1) Milieu V.L. enrichi d'extrait globulaire ou de liquide d'ascite, à l'eau douce
2) Milieu V.L. enrichi d'extrait globulaire ou de liquide d'ascite préparé avec l'eau de mer naturelle.

Les cultures examinées vers la 8ème heure et à la 20ème heure présentèrent toujours le même aspect. Il n'y avait aucune différence entre l'intensité dds troubles dans les milieux à l'eau douce et les milieux à base d'eau de mer. Seules les cultures de l'Eubacterium sont restées négatives aussi bien dans les milieux à l'eau douce que dans les milieux à l'eau de mer.

On est donc en droit de conclure que l'eau de mer stérilisée ne s'oppose en aucune façon à la croissance des bactéries -anerobies ici étudiées. J. Brisou et Collaborateurs ont pu établir sur un grande nombre de germes de toute provenance, que la presque totalité des bactéries pathogènes à l'exception de quelques Neisseriae et des Hemophilae cultive aisément et parfois plus rapidement dans les milieux à base d'eau de mer et à des salinités supérieures ou voisines de 5 et 6%. Les germes sont d'une façon générale euryhalins. Il n'existe dans tout le monde microbien qu'une soixantaine de bactéries halophiles strictes faibles (optimum de croissance au voisinage de 3,5%) et 7 à 8 espèces hyperhalophiles exigeantes 15 à 25% de Nacl (J. Brisou et F. Denis).

Les résultats observés avec les anaerobies n'ont donc rien de surprenants.

Enfin treize mois après la première expérimentation nous avons eu la curiosité de repiquer les différents germes

1º) sur un milieu au Thioglycolate à l'eau de mer + 1/3 d'ascite,
2º) sur un milieu V.L. à l'eau de mer + extraits globulaires.

Toutes les souches utilisées précédemment ont repris à l'exception du Diplococcus Morbillorum.

Discussions:

Il est intéressant pour comprendre nos résultats de rappeler les travaux de Topley et Wilson sur l'action des sels sur les bactéries.

Ces auteurs ont constaté que l'action antibactérienne est liée à la nature du sel, au taux où il est utilisé, à la composition, à la concentration en ions hydrogène et à la température du milieu dans lequel il est dissous selon le groupe

bactérien et selon que les sels sont seuls ou associés à d'autres sels les résultats seront différents.

Le classement des principales propriétés proposé par ces auteurs est le suivant :

a) les sels de métaux lourds sont plus toxiques que les légers,
b) en solution pure tous les sels sont germicides saufs aux très faibles concentrations,
c) la présence de proteines dans les solutions diminue l'effet germicide des sels,
d) en milieu nutritif, de très faibles concentrations de sels peuvent stimuler la croissance, les taux élevés inhibant la croissance et les taux très élevés pouvant tuer les micro-organismes . La concentration minimale du Nacl inhibant la croissance bactérienne sur bouillon de boeuf serait de 165 gr/l.
e) les organismes Gram - et Gram + peuvent réagir différemment vis-à-vis des mêmes sels,
f) les sels contenant des cations bivalents tendent à neutraliser l'action toxique des sels monovalents. Les sels minéraux peuvent se présenter sous forme de molécules non dissociées, d'anions, de cations ou des trois formes combinées. Selon les concentrations les ions peuvent être toxiques pour les bactéries ou leur être nécessaires,
g) en solution pure l'action germicide des sels augmente avec la température,
h) enfin la présence d'autre germicide en solution peut augmenter ou diminuer l'action germicide du sel utilisé seul.

Cette dernière remarque de Topley et Wilson nous a donc amené à chercher à savoir si l'action de certains antibiotiques parfois utilisés dans notre spécialité pouvait être augmentée par l'utilisation de l'eau de mer.

C) Influence de l'eau de mer sur l'activité de plusieurs antibiotiques.

La comparaison des diamètres d'inhibition par la technique classique de l'antibiogramme par diffusion sur gelose en milieu de Mueller Hinton à base d'eau douce et d'eau de mer était susceptible de donner des variations intéressantes, c'est pourquoi cette étude a été réalisée, comme les précédentes, dans le

laboratoire de bactériologie de la Faculté de Médecine de Poitiers sous la direction du Professeur Brisou.

Technique et méthode.

I. Le milieu de Mueller Hinton utilisé (B.D. Merieux) avait la composition suivante :

Infusion de viande de boeuf	300 gr
Acidicase	17 gr 5
Amidon	1 gr 5
Gelose	17 gr
Eau douce	1000 ml

PH : 7,4

L'inoculum correspond à une culture de 18 heures en bouillon dilué au 1/1000e, il était réparti à la surface du milieu avant le dépôt des disques (disques pour antibiogrammes B.D. Merieux).

Incubation 24 heures à 37%

II. Parallèlement un antibiogramme est pratiqué avec le même inoculum et les mêmes disques mais le milieu étant cette fois préparé à l'eau de mer à la place de l'eau douce. Il faut noter que ces milieux vendus secs contiennent déjà 0,5% de Nacl l'addition d'eau de mer à 3,5% nous a donc donné un milieu d'expérimentation à 4%. Cette étude a été pratiquée sur des souches essentiellement Gram Négatif susuceptibles d'être trouvées en milieu buccal.

Résultats :

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

Le sens des flèches indique l'augmentation ou la diminution des diamètres d'inhibition, le symbole R signifiant résistance (aucune inhibition)

Conclusion :

Sur le plan pratique il semble que l'on puisse déduire de cette étude que si l'eau de mer ou le sel marin ont une action cytophylactique leur utilisation simultanée avec de nombreux antibiotiques semble contre-indiquée vis à vis des germes Gram -.

	Pseudo-monas	Acine-tobac-ter	Enté-robac-ter	Kleb-siel-la	Proteus Mira-bilis	Enté-ro-coque
Pénicilline G	R	→	R	R	R	R
Streptomycine	R	↘	↘	↘	↘	↘
Polymyxine	↘	↗	↘	↗	R	↗
Tetracycline	↘	↘	↘	R	↘	R
Erythromycine	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Spiramycine	R	↘	R	R	R	R
Bacitracine	↗	→	↗	R	R	R
Chloramphé-nicol	→	↗	↗	→	→	R
Furadoïne	R	↗	↗	↗	↗	↗

Comparaison des diamètres d'inhibition donnés par la technique des antiobiogrammes sur milieux préparés à l'eau de mer, par rapport aux diamètres d'inhibition donnés sur les mêmes milieux préparés à l'eau douce.

Les bactéries utilisées précédemment étant Gram - et ne semblant pas affectées par la présence d'eau de mer, il a semblé intéressant de rechercher les concentrations minimales inhibitrices de croissance de germes Gram positif, l'action de certains antibiotiques vis à vis de certaines bactéries paraissant en effet accrue en présence d'eau de mer. Sept souches bactériennes, dont 6 Gram + ont donc été testées avec différents antibiotiques additionnés d'eau de mer. Les résultats ont été défavorables avec la Framycetine et la Terramycine, par contre l'action de la Bacitracine, qui se situe au niveau de la membrane, semble donner des résultats intéressants et nous insisterons particulièrement sur ce niveau d'action puisque là semble être à nos yeux l'intérêt de l'eau de mer.

	C.M.I. Bacitracine	
	eau douce	eau de mer
Enterobacter	80	20
Staphylocoque 1	80	5
2	80	10
3	40	10
Microcoque	10	10
"	80	40
Bacillus	80	80

(C.M.I. - Concentration minimale inhibitrice)

Ces résultats sont donnés en microgrammes par millilitre.

II Possibilité d'action de l'eau de mer au niveau des échanges.

"L'eau biologique".

A) L'eau constituant de la matière vivante.

a) l'eau base fonctionnelle des êtres vivants.
b) rôle biochimique de l'eau.

B) L'eau milieu réactionnel physico-chimique

a) importance fondamentale de l'eau
b) les actions ioniques
c) actions pharmacodynamiques
d) interaction entre une solution et un solvant
e) transport actif
f) eau endogène.

C) Différents aspects des maladies de l'eau

Principales maladies de l'eau

D) Représentation schématique de la perméabilité des epithéliums à l'eau et au sodium.

E) Action des oligo-éléments en biologie humaine

"Chaleur et milieu buccal"

Importance de la chaleur dans les échanges transmembranaires.

a) expérimentation : mesures des températures rencontrées en bouche
b) discussion : - Nomadisme et désordres buccaux
- matière, vie et chaleur
- la chaleur agent d'agression physique chimique et biologique
- chaleur et phylogénèse
Intérêt de l'eau de mer vis à vis de cette nuisance.

"Origine de l'eau - Origine de la vie".

II . Action de l'eau de mer au niveau des échanges.

"L'eau biologique"

L'eau est inséparable de la vie et l'être vivant n'apparait en définitive que comme une parcelle d'hydrosphère individualisée. En dernière analyse l'eau est le seul constituant irremplaçable. Nos tissus remplis d'eau et noyés dans l'eau ont une activité métabolique fonction de leur hydratation et les exgigences cellulaires bien que silencieuses n'en sont pas moins importantes. La connaissance du problème biologique de l'eau nous permettra donc une approche intéressante des possibilités d'action de l'eau de mer en milieu buccal.

Nous étudierons successivement :

a) L'eau en tant que constituant de la matière vivante.
b) L'eau milieu réactionnel physico-chimique.

A) L'eau, constituant universel de la matière vivante.

1) teneur en eau des principaux tissus et liquides biologiques.

Nous constatons dans les deux tableaux suivants que la plupart des tissus à l'exception des tissus osseux et adipeux ont des teneurs en eau assez voisines. Ces deux tissus sont d'ailleurs relativement peu actifs du point métabolique.

2) Répartition des liquides dans l'organisme :
Les secteurs liquidiens.
La figure ci-dessous :
Cette figure fait apparaitre les différents secteurs liquidiens.

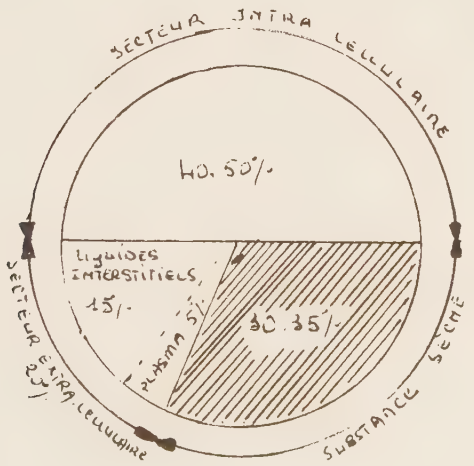
- L'eau circulant étant constituée par l'eau plasmatique (3 litres 4 environ).
- L'eau interstitielle par :
  - l'eau des interstices cellulaires
  - l'eau de la lymphe vasculaire, forme circulante de l'eau interstitielle
  - l'eau des liquides divers : liquide céphalo-rachidien, milieux de l'oeil, de l'oreille interne, sérosités.

Teneur en eau des principaux tissus

Peau	71 %
Tissu conjonctif	60 %
Tissu adipeux	30 %
Muscles striés	77 %
Tissu nerveux (substance blanche)	70 %
Tissu nerveux (substance grise)	85 %
Nerfs	84 %
Squelette	33 %
Coeur	77 %
Globules rouges	65 %
Pancréas	75 %
Rate	80 %
Tube digestif	73-82 %
Foie	73 %
Poumons	80 %
Reins	80 %

Teneur en eau de quelques liquides biologiques

Plasma	90-92 %
Liquide céphalo-rachidien	98 %
Lymphe	96 %
Humeur aqueuse	98,5 %
Salive	99,5 %
Suc Gastrique	99,4 %
Suc pancréatique	98,7 %
Bile hépatique	97,5 %
Bile vésiculaire	85 %



Importance respective des divers secteurs et compartiments de l'organisme (Rapportée au poids corporel)

Cette eau interstitielle représente 10 litres environ pour un adulte normal.

- L'eau intracellulaire que l'on peut diviser arbitrairement :

1) en eau mobilisable par les forces osmotiques (eau libre)

2) en eau dont l'évolution et les mouvements dépendent étroitement de la structure physico-chimique du milieu cellulaire et principalement des protéïnes (eau liée)

Nous verrons en effet plus tard qu'il peut y avoir au niveau de la cellule non seulement transfert passif (osmose) mais aussi paradoxalement transport actif contre le gradient de concentration.

3) L'eau au cours du développement de l'organisme.

A un mois l'embryon est composé de 93,8 % d'eau pour atteindre à la naissance 75,5 % et 66 % à quinze ans. D'autre part il est à noter au cours de la vie une variation de la proportion des eaux intra-cellulaires et extra-cellulaires. Durant la jeunesse l'eau intra-cellulaire augmente au détriment de l'eau extra-cellulaire et vice-versa durant la vieillesse, alors que durant toute la période de vie adulte ces eaux restent pratiquement constantes.

Il semble donc qu'à une plus grande hydratation intracellulaire corresponde une plus grande activité biochimique de la cellule et la deshydratation correspondrait à une diminution de son activité.

a) L'eau base fonctionnelle des êtres vivants.

Pouvoir dissolvant de l'eau.

1) Cas des molécules organiques.
Le pouvoir dissolvant de l'eau est lié à la présence de certains groupements chimiques dits hydrophiles :
groupes hydroxyles, carboxyle, aldehyde, carbonyle, aminé.

2) dissolution des électrolytes :
La polarité de l'eau d'une part et la configuration électrostatique des électrolytes d'autre part, entrainent des effets réciproques.

Une solution aqueuse de sel marin ne contient donc plus de molécules de chlorure de Sodium mais des ions Cl^- et Na^+. L'eau est appelée pour cette raison un liquide ionisant et sa polarité permet d'expliquer cette dissociation. Enfin la présence de la molécule d'eau s'opposant à l'attraction électrique mutuelle des ions Cl^- et Na^+ permet d'affirmer que la constante diélectrique de l'eau est élevée.

Pouvoir solvant et Pouvoir ionisant de l'eau seront repris ultérieurement pour montrer leur importance au niveau des échanges transmembranaires.

Enfin s'il est facile de déterminer la concentration d'une solution ne contenant qu'un constituant il n'en est pas de même lorsqu'il y en a plusieurs. "L'osmolarité" permet de définir la faculté osmotique d'un mélange sans pour autant connaitre la nature chimique de la solution, c'est la seule donnée essentielle concernant les mouvements liquidiens.

b) Rôle Biochimique de l'eau.

1) Les Hydrolyses digestives :

Si les catalyseurs biologiques que sont les enzymes ont une place importante dans la digestion ils ne font cependant qu'accélérer une réaction qui se ferait sans eux avec lenteur. C'est le cas des hydrolyses digestives.

La plupart des aliments appartiennent aux trois grands groupes : "glucides - lipides - protides", les macro-molécules glucidiques et protidiques ne peuvent pas traverser la barrière intestinale. Par hydrolyse ces macro-molécules seront divisées en petites molécules directement absorbables par la muqueuse intestinale. Digestion et absorption ne sont donc en définitive d'après Benezech qu'un transfert liquidien. Les hydrolyses permettent ainsi aux macro-molécules de pénétrer en "pièces détachées".

2) Les biosynthèses par déshydratation :

A l'intérieur des tissus sont élaborées des macro-molécules appelées à déterminer les constituants élastiques et fonctionnels de la matière vivante.

B) L'eau milieu réactionnel physico-chimique :

l'eau liquide dissolvant et ionisant est donc responsable

d'un fait biologique essentiel : les propriétés des électrolytes sont des propriétés ioniques et non moléculaires. La dissociation acide entraine en particulier l'existence d'ions H^+ libres et le PH des milieux biologiques conditionne de nombreux phénomènes (dissociation des protéïnes, ionisation de métaux divers, actions enzymatiques etc...) L'état dissous permet les nombreuses réactions métaboliques qui assurent la destruction et la reconstruction permanente des tissus.

a) importance fondamentale de l'eau.

Si la proportion moyenne d'eau dans les organismes vivants est de 65 % certaines espèces ou certaines formes en contiennent beaucoup moins, tels que les spores par exemple, ou beaucoup plus comme dans le cas des méduses (99,9 %). En effet après dessication une méduse de 500 grs ne pèse plus que 0gr. 45 soit moins de 0,1 % du poids total. Pour Gortex qui a étudié de cette façon éminemment suggestive l'importance biologique de l'eau, cet élément serait tout aussi vivant que les protéïnes, les lipides, les glucides, et cette eau vivante doit être différenciée de la grande masse d'eau entourant la méduse vivante dans l'océan.

b) Les actions ioniques.

Toutes les molécules ne se dissociant pas de la même manière nous aurons dans les solutions soit prédominance des ions dissociés, ou des molécules non dissociées. Ainsi s'introduit la notion d'électrolytes forts ou faibles qui peut être objectivée par la constante de dissociation K. Ce fait est essentiel pour l'interprétation des actions ioniques. Signalons aussi que la toxicité d'un produit pourra être fonction de sa dissociation ou non : le cyanure mercurique $(CN)_2$ Hg est formé de deux ions toxiques alors que le composé est de toxicité atténuée, il est en effet peu dissociable et contient presque exclusivement des molécules non dissociées.

c) Actions pharmacodynamiques.

Tous les sels de potassium s'ils sont dissociés ont pratiquement les mêmes effets biologiques.

L'ion potassium est parasympathicomimétique, au contraire l'ion Ca^{++} est sympathicomimétique. On peut même signaler un antagonisme $Na^+ - K^+$ ainsi que $Ca^{++} - Mg^{++}$ de telle sorte que les phénomènes d'excitabilité neuro-musculaire comme l'hydrata-

tion dépendent de l'ensemble des concentrations de ces ions dans le plasma et plus précisément du rapport :

$$\frac{Na^+ + K^+ + OH^-}{Mg^{++} + Ca^{++} + H^+}$$

On dit qu'il y a balancement ionique lorsque deux solutions ont des concentrations ioniques équilibrées.

Précisons que K^+ est indispensable à l'excitation parasympatique et libéré de l'acéthylcholine au niveau des ganglions autonomes, comme il est libéré sous l'influence de l'acétyl-choline au niveau des muscles striés (Hazard). Enfin K est indispensable pour le fonctionnement du coeur mais à forte dose il entraîne la fibrillation ; il est indispensable aussi à l'anabolisme protéique de même que les processus cataboliques libèrent du K^+.

d) Interaction entre une solution et son solvant

Si une solution est séparée d'un solvant par une membrane semi-perméable au solvant seul il se produit un transfert du solvant vers la solution, c'est le phénomène d'osmose. On appelle pression osmotique la pression responsable du mouvement du solvant.

Ces phénomènes d'osmose ne sont valables que pour l'état dissous mais en biologie les phénomènes ne sont pas aussi simples et il faut prendre en considération les solutes, qui cheminent à l'inverse des solvants, c'est pourquoi nous utiliserons le terme d'osmose-biologique".

Des exemples feront mieux prendre conscience de la difficulté d'appréciation des échanges transmembranaires et plus particulièrement de l'eau de mer sur la muqueuse buccale.

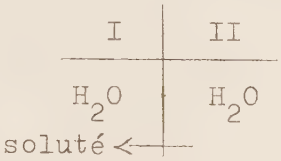
Si une cellule est plongée dans une solution aqueuse et que sa membrane soit imperméable pour la substance en solution trois éventualités pourront se produire :

1. les osmolarités extérieures et intérieures sont les mêmes et il ne se passera rien.
2. l'osmolarité extérieure est la plus forte ; il y a sortie de l'eau cellulaire, la cellule se rétracte.
3. l'osmolarité intérieure est la plus forte l'eau extérieure pénètre dans la cellule qui se gonfle et peut même éclater

Si nous reprenons donc schématiquement la totalité du

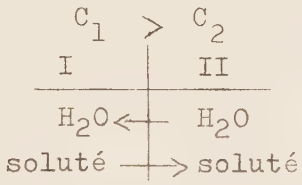
problème des échanges trans-membranaires nous constatons.

1. la membrane est semi-perméable : il y a osmose de la solution la moins concentrée vers la plus concentrée



(A) phénomène osmotique pur

2. la membrane est perméable à la substance dissoute et à l'eau. La concentration CI étant supérieure à C2 l'équilibre pourra se réaliser par passage de l'eau de II vers I mais aussi du Solute de I vers II

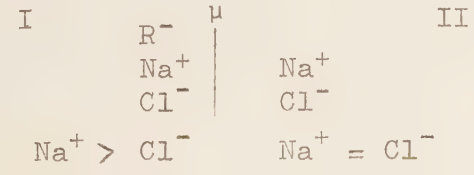


(B) osmose et transfert de soluté

Il résulte donc de cette recherche d'équilibre, d'abord un transfert d'eau quantitativement le plus important, puis peu à peu le transfert de soluté se poursuivant il y aura retour du solvant en sens inverse et plus lentement. Dans ce cas apparemment simple trois mouvements plus ou moins successifs ou simultanés sont donc en jeu.

3. En biologie des solutions non pas simples mais complexes se trouvent de part et d'autre de la membrane et sa perméabilité n'est pas la même pour chacun des constituants de la solution. Théoriquement chaque constituant tend à diffuser en fonction de son gradient de concentration d'où des mouvements soit simultanés soit successifs de même sens ou de sens opposés.

4. Enfin la présence dans les liquides biologiques de macromolécules (protéines) complique encore le problème qui devient inextricable, Lorsque la membrane est totalement perméable aux cristalloïdes mais imperméable aux macromolécules on est en présence de l'équilibre étudié et résolu par Donnan : Si une telle membrane sépare par exemple deux solutions de NaCl, la présence de protéines d'un côté entraîne une inégalité de distribution des électrolytes et il y a un léger excès d'électrolyte du côté des protéines, d'où appel d'eau. Ce phénomène est appelé "pression oncotique". Cette notion est intéressante à retenir en fonction des parodontopathies et nous y reviendrons ultérieurement.



e) Transport actif.

Toutes les considérations précédentes qui concernaient le "transport passif" sont insuffisantes pour interpréter les faits, jusque là la membrane n'était qu'une barrière passive vis à vis des échanges. Faute de mieux certains transferts n'étant pas explicables par ces seules lois classiques on a invoqué le "transport actif" dans lequel participe la membrane cellulaire elle-même, ce qui expliquerait ainsi certains transferts paradoxaux. Tel le transfert d'ion potassium entre plasma et globules rouges qui s'effectuent dans l'organisme contre le gradient de concentration : le plasma qui n'en contient que 200 mg/l est capable de céder de l'ion potassium aux hématies qui en contiennent près de 4 g/l. Cette hypothèse permet ainsi d'expliquer le passage à travers la membrane cellulaire d'une substance qui sous le seul effet de sa concentration ne pourrait pénétrer dans la cellule.

f) eau endogène.

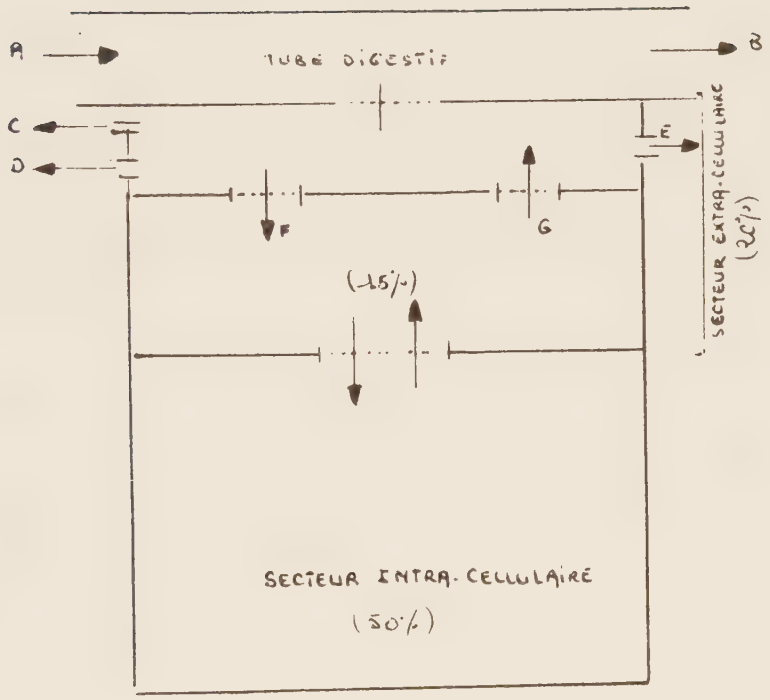
Pour compliquer les choses il nous faut aussi signaler la possibilité de production d'eau endogène, résultat des combustions cellulaires. La combustion d'une mole de glucose donne en effet :

$$C_6H_{I2}\ O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6\ Co_2 + 6H_2\ o$$

C) Différents aspects des maladies de l'eau :

L'organisme n'étant en définitive qu'un vaste réservoir compartimenté dans lequel baignent les cellules il devra être en permanence alimenté, irrigué, et drainé. Si les parois d'un compartiment ou si l'un des facteurs de la dynamique de l'eau sont altérés l'ensemble du système est déréglé et nous nous trouvons en présence de cas pathologiques :
soit par insuffisance d'apport ou excès de sortie
soit que le bilan global soit correct et que la répartition en soit anarchique car déshydratation ou hyperhydratation font souffrir la cellule.

Lorsqu'il y a une fuite importante d'eau il est indispensable de savoir si cette eau est plus ou moins concentrée que l'ensemble des liquides humoraux car dans le premier cas l'organisme est privé d'eau et d'électrolytes et dans le second cas les liquides humoraux sont devenus plus concentrés. Il faut donc donner de l'eau contenant des électrolytes dans des proportions nécessaires surtout que certains d'entre eux Na^+ et K^+ sont quantitativement nécessaires au maintien de l'équilibre osmotique. La place de l'ion potassium est particulièrement



- Schéma (d'après Gamble) montrant les places respectives des divers compartiments et secteurs liquidiens, les voies d'entrée et les voies de sorties.

A. Apport alimentaire
B. Elimination fécale
C. Elimination cutanée
D. Elimination pulmonaire
E. Elimination rénale
F. Trappe capillaire artérielle
G. Trappe capillaire veineuse

importante du point de vue quantitatif, discret dans les liquides biologiques comme nous l'avons déjà vu (200 mg par litre) on le retrouve à 3 ou 4 g par litre dans les liquides intracellulaires. L'ion Sodium étant lui l'élément important dans les liquides extracellulaires.

- Les principales maladies de l'eau sont :

a) L'hémo-concentration par perte de plasma soit avec la totalité de ses constituants soit uniquement des cristalloïdes dissous.

b) L'hémodilution qui résulte d'une augmentation de la masse liquide sans augmentation des hématies ni des protéines plasmatiques d'où diminution de concentration.

c) Deshydratation du compartiment interstitiel qui n'est généralement que secondaire de la perte d'eau de sels par la voie circulatoire.

d) L'hyperhydratation du compartiment interstitiel. Les oedèmes qu'ils soient d'origine veineuse ou rénale.

Il nous faut ici insister surtout sur les oedèmes par diminution de la pression oncotique plasmatique que nous trouvons réalisés sur un plan local dans certaines parodontopathies. Les œdèmes sont aussi nombreux que sont diverses les causes susceptibles d'entraîner une hypoprotéinémie et plus spécialement une hypoalbuminémie locale puisque l'effet oncotique des albumines est environ égal à quatre fois celui des globulines Dans ce groupe d'oedèmes on trouve les oedèmes par carences, les oedèmes dans lequel le liquide interstitiel est riche en protéines provenant du plasma ce qui entraîne une hypoprotéinémie et suppose une altération importante de la perméabilité cellulaire.

e) Altérations de l'eau cellulaire :

1) deshydratation cellulaire : ultime et grave conséquence de la déshydratation extra-cellulaire et dont la thérapeutique physico-chimique sera apport d'eau et réduction des électrolytes.

2) L'hyperhydratation cellulaire. Il s'agit ici de turgescence cellulaire par hypotonie extra-cellulaire dont la turgescence des cellules n'est que la conséquence au nom de l'équi-

libration osmotique. La thérapeutique physico-chimique comportera ici diminution de l'eau et augmentation de sels.

L'hyperhydratation primitive de la cellule ne repose que sur des données empiriques et échappe à toute systématisation, toutefois son éventualité ne doit être écartée.

Etant donné l'importance pour notre travail de ce chapître nous le résumerons en empruntant au Professeur Benezech l'étude synthétique suivante :

1. l'organisme élimine plus d'eau qu'il n'en reçoit :
- diminution du volume d'eau plasmatique
- diminution du volume de liquide interstitiel
- diminution du volume cellulaire
- hypertonie de l'ensemble du milieu intérieur

C'est la déshydratation globale.

2. L'organisme élimine moins d'eau qu'il n'en reçoit :

a) la rétention est isotonique : c'est la classique rétention hydro-chlorurée ; le volume liquide retenu se loge dans le secteur extra-cellulaire ;
- augmentation plus ou moins importante du volume liquidien plasmatique ;
- augmentation de volume du compartiment interstitiel ;
- pas de modifications du volume d'eau cellulaire ;
- isotonie de l'ensemble

C'est l'oedème avec hypervolémie.

b) La rétention est hypotonique :
l'organisme perd plus de sels que d'eau.

3. Les entrées et les sorties d'eau s'équilibrent, mais la répartition intersecteurs est altérée.

a) Déséquilibre des volumes liquidiens avec maintien de l'isotonie du milieu intérieur. Le liquide en excès sort du compartiment plasmatique et s'accumule dans le compartiment interstitiel
- diminution du volume plasmatique
- augmentation des liquides interstitiels ;
- pas de modifications du volume d'eau cellulaire ;
- isotonie de l'ensemble

Ce groupe comprend l'ensemble des oedèmes dus à une altération des échanges capillaires.

b) Déséquilibre osmotique entre les compartiments liquidiens (syndromes de déshydratation de Mach)

1. Hypertonie plasmatique et extracellulaire (insuffisance d'élimination saline sans perte ni rétention d'eau appréciable)
- diminution du volume d'eau cellulaire
- augmentation des liquides interstitiels ;
- augmentation du volume plasmatique
- hypertonie extracellulaire (plus ou moins corrigée par l'apport d'eau cellulaire).

Il s'agit d'œdème avec déshydratation cellulaire.

2. Hypertonie plasmatique et extracellulaire (excès d'élimination de sels sans perte ou rétention d'eau appréciable).
- diminution du volume plasmatique
- diminution des liquides interstitiels ;
- augmentation du volume d'eau cellulaire
- hypotonie extracellulaire (plus ou moins corrigée par la soustraction d'eau extra-cellulaire).

L'étude de "l'eau biologique" nous aura donc permis en conclusion de réaliser son importance et celui des électrolytes, d'avoir une compréhension plus approfondie de certains phénomènes buccaux et d'apprécier la possibilité d'action que l'eau de mer peut avoir au niveau des échanges trans-membranaires. Mais nous savons aussi qu'il existe une perméabilité sélective, qu'elle soit :
- passive lorsque la membrane ne laisse passer électivement que certains éléments,
- ou active lorsqu'elle "pompe" dans le milieu extra-cellulaire ce dont la cellule a besoin.

Tout ceci nous permet de comprendre une action de l'eau de mer à ce niveau.

D) Représentation schématique actuelle de la perméabilité des épithéliums à l'eau et au sodium.

Utilisant les travaux récents de S. Jard (1971) sur la perméabilité des épithéliums des Amphibiens nous étudierons maintenant :

1) L'action des hormones neuro-hypophysaires sur la perméabilité à l'eau de l'épithélium vésical de la grenouille.

2) La perméabilité au sodium par transport actif à travers la peau des Amphibiens.

a) Ancien modèle (de Koefoed-Johnsen et Ussing) dans lequel seul le stratum germinativum est responsable du transport actif de sodium.

b) Le modèle actuel dans lequel l'ensemble des assises cellulaires à l'exception du Stratum corneum contribuent au transfert trans-épithélial de Sodium.

En l'absence de stimulation hormonale (figure supérieure), la perméabilité de la membrane apicale (m.a) est faible comparée à la perméabilité osmotique de la membrane basale (m.b). Le compartiment cellulaire est en équilibre osmotique avec la solution de Ringer interne. Les pressions osmotiques relatives des compartiments externe, intracellulaire et interne sont indiqués par la densité des hachures.

En présence d'hormone (figure inférieure), la perméabilité de la membrane apicale est augmentée et devient comparable à la perméabilité de la membrane basale. La pression osmotique du compartiment intracellulaire est diminuée et atteint une valeur d'équilibre comprise entre la pression osmotique de la solution de Ringer interne et de la solution hypotonique externe ; les cellules gonflent. Une diffusion de solutés à partir du compartiment interne maintient la pression osmotique de fluide des espaces intracellulaires (e.i) à une valeur voisine de la pression osmotique de la solution de Ringer interne. Le gradient de pression osmotique existant entre les deux faces des membranes latérales permet à une partie de l'eau ayant traversé la membrane apicale de s'écouler dans les espaces intercellulaires. La continuité de l'épithélium est assurée par de nombreuses jonctions intercellulaires : barres terminales continues (b.t) de localisation apicale, et desmosomes (d) distribués le long des membranes latérales. L'existence d'un flux osmotique d'eau s'effectuant directement du milieu externe vers des espaces intercellulaires au travers des barres terminales est peu vraisemblable.

2) Perméabilité au sodium

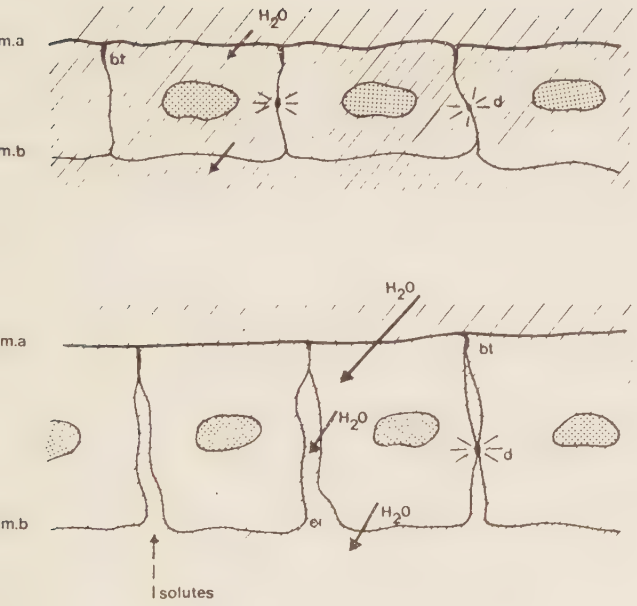
a) Ancien modèle

Selon ce modèle, seule l'assise cellulaire la plus interne (stratum germinativum SGe) est responsable du transfert transépithélial actif de sodium. Les assises les plus externes : stratum spinosum (Ssp), stratum granulosum (Sgr) et stratum corneum (Sco) sont supposées être librement perméables en particulier aux ions sodium et chlorure. Le Stratum germinativum est limité par deux barrières de perméabilité placées en série :

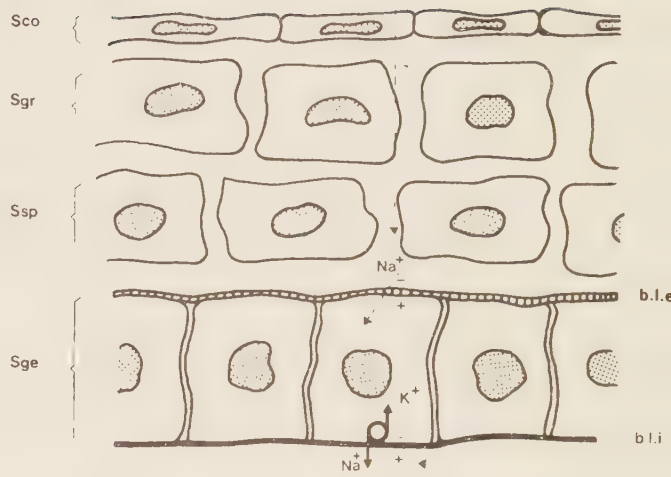
une barrière limitante externe (b.l.e.) perméable au sodium et au chlorure mais pratiquement imperméable au potassium, et une barrière limitante interne (b.l.i.) sélectivement perméable au potassium. La barrière limitante interne porte une "pompe sodium-potassium", échangeant des ions Na+ activement transportés du compartiment intracellulaire vers le milieu interne contre des ions K+ activement introduits dans la cellule. L'activité de la pompe maintient en état stationnaire une concentration intracellulaire élevée de potassium et une concentration faible de sodium. Les gradients de concentration ainsi établis permettent de rendre compte :
1) d'une pénétration intracellulaire de Na+ s'effectuant par simple diffusion passive à partir du milieu externe,
2) de l'existence d'un potentiel de diffusion pour le sodium au niveau de la barrière limitante externe, et d'un potentiel de diffusion pour le potassium au niveau de la barrière limitante interne. Le gradient électrochimique transépithélial pour les ions Cl- est favorable à leur diffusion du compartiment externe vers le compartiment interne. Ce modèle rend compte d'un transport transépithélial actif d'ions Na+ accompagnés d'ions Cl- passivement transférés.

b) Modèle actuel

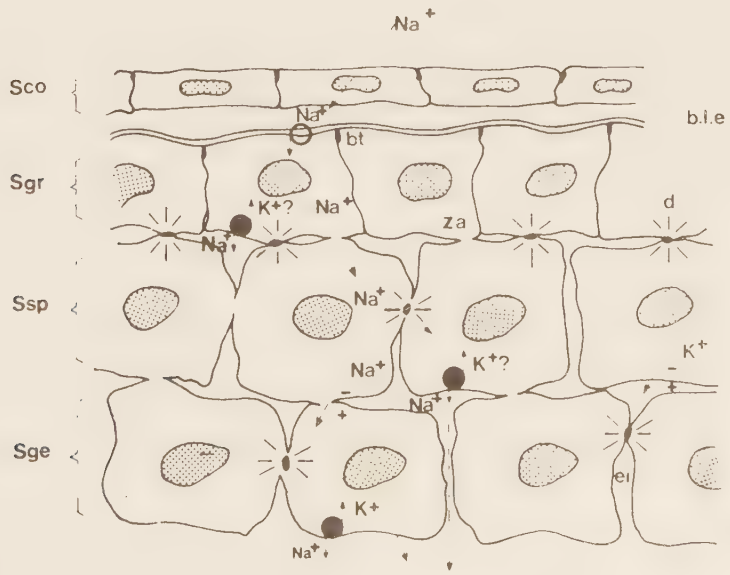
Selon ce modèle, l'ensemble des assises cellulaires, à l'exception du stratum cornéum (Sco), contribuent au transfert trans-épithélial de sodium. La barrière limitant la pénétration intra-tissulaire de sodium est localisée à la membrane apicale des cellules de l'assise la plus externe du stratum granulosum (Sgr), dont la continuité est assurée par la présence de barres terminales (b.t.). La pénétration intratissulaire de sodium s'effectue soit par un phénomène de diffusion facilité le long d'un gradient électro-chimique favorable, soit, plus vraisemblablement, par un mécanisme de transport actif. Le sodium est activement transporté au travers de la membrane basale de ces cellules externes vers les espaces intercellulaires (e.i.), formant un réseau continu librement ouvert du côté interne de la peau. Le système de transport actif interne est au moins partiellement électrogénique. Il est possible également qu'une partie du sodium ayant pénétré dans l'assise externe diffuse vers les cellules du stratum spinosum (Ssp) et du stratum germinativum (Sge) au travers des jonctions intracellulaires, desmosomes (d), et zonulae adherentes (z.a.). Ce sodium serait alors transporté vers les espaces intracellulaires au travers des membranes latérales et basales des cellules des assises internes. Les plateaux de potentiel successifs mesurés dans l'épaisseur de la structure pourraient correspondre soit à un potentiel de diffusion pour le potassium au niveau des



Perméabilité à l'eau



Perméabilité au sodium
ancien modèle



Perméabilité au sodium
modèle actuel

membranes basales des différentes assises cellulaires, soit à un potentiel de diffusion pour le sodium au niveau des jonctions intercellulaires.

E) Action des oligo-éléments.

L'action des oligo-éléments étant importante dans le métabolisme cellulaire nous rappellerons quelques notions essentielles.

Dès 1894 Gabriel Bertrand pressentit l'action de ce qu'il appela les oligo-éléments mais il fallut attendre 1912 pour qu'il fut pris au sérieux. Il donnait de ces catalyseurs minéraux la définition suivante :

Les oligo-éléments sont des métaux et des métalloïdes présents à l'état de traces dans l'organisme animal ou végétal et qui sont d'une grande importance pour les processus physico-chimiques de la vie ; la carence de l'un ou l'autre de ces éléments peut provoquer des syndromes morbides.

Ces ions agissent comme catalyseurs et régulateurs des phénomènes biochimiques. On a remarqué jusque là que certains ont une action sur le système enzymatique (Mn, Cu, CO, Ni, Zn), d'autres sur le système neuro-végétatif (Li, Al, Co) endocrinien, (Ca, Mn, Co), hématopoïétique (Fe, Cu), vitaminique (Mn, Cu, Co) ; certains ont des propriétés anti-infectieuses (Cu, Mn, Co), anti-toxiques, anti-allergiques (Mn). Alliés aux autres méthodes de traitement les oligo-éléments ont leur emploi en thérapeutique comme régénérateurs et rééquilibrants du terrain.

Principaux oligo-éléments connus en biologie humaine.

1) Fer : 4 g 2 environ pour un être humain dont la majeure partie se trouve dans le sang (3 g). Toutefois nous devons savoir qu'il n'est utilisable qu'en présence de Cuivre, de Manganèse et de Cobalt. Nous avions déjà vu à propos du phytoplancton que cet oligo-élément est indispensable à son développement.

2) Zinc : 120 à 900 mg pour l'homme, se trouve dans tous les organes surtout le foie.

3) Manganèse . Le sang n'en renferme que quelques centièmes de milligrammes au litre.

4) Cuivre. 100 à 150 mg pour le corps entier avec de fortes variations suivant les organes. Le besoin journalier serait de 9 à 24 mg par jour pour l'adulte.

5. Molybdène. Les études ont surtout été faites sur des végétaux supérieurs ou des animaux. Les taux utiles semblent très bas.

6) Bore. La nourriture humaine en apporterait 10 à 20 mg par jour mais on ne sait pas si cet élément peut être assimilé.

7) Cobalt : Gabriel Bertrand en a montré la nécessité pour la souris ; 1 mg par jour de ce métal a pu guérir des vaches d'anémie en rendant actif un fer inactif (limenité). La vitamine B 12 en renferme dans sa molécule.

8) Nickel : on ne connait pas de carence en cet oligo-élément Wacker et Vallée ont montré récemment que les acides ribonucléiques contenaient une proportion constante de nickel.

9) Aluminium : une carence en cet élément provoquerait des troubles comparables à la carence en vitamine B (Randoin).

10) Vanadium : interviendrait d'après Rygh dans la minéralisation des os et des dents. Geyer aurait obtenu des résultats remarquables sur des caries dentaires mais encore trop peu nombreux pour qu'il soit prudent de généraliser.

1) Fluor : dont nous connaissons le rôle sur la constitution de l'émail dentaire.

12) Brome : 3 mg par litre de sang humain, d'autre part l'hypophyse en est très riche. Son action semble importante, l'hypothèse de Zoudek et Bier suivant laquelle le brome aurait une action sur le mécanisme mental inconscient n'a pas été confirmée.

13) Iode : Dès le XIIIe siècle on connaissait l'action des éponges grillées sur le goître. Mais on sait actuellement que la carence en iode peut ne pas être due à un défaut d'apport mais à des substances dites antithyroïdiennes contenues dans certains légumes. Les besoins seraient de 0,15 à 0,2 mg par jour mais des végétaux apparemment sains peuvent être subcarencés en iode et être à l'origine de goître, c'est ainsi qu'en Suisse et aux Etats Unis 5 à 100 mg d'iode sont ajoutés au sel de cuisine dans un but préventif.

14) Autres oligo-éléments on sait encore moins de choses

concernant les autres oligo-éléments sans pour autant pouvoir prétendre qu'ils n'aient aucun rôle.

Ce bref aperçu nous aura permis de réaliser l'importance que peuvent avoir les oligo-éléments, tant par action directe sur l'organisme, que par stimulation enzymatique. Puisque l'eau de mer comporte tous les oligo-éléments elle peut avoir aussi de ce côté une action bénéfique, c'est pourquoi Ménétrier créateur en France de la Thérapeutique par les oligo-éléments a écrit : "eau de mer + catalyseur ont une action de complémentaire sur le milieu organique".

CHALEUR ET MILIEU BUCCAL

Importance de la notion de chaleur dans les échanges transmembranaires
Sa nocivité éventuelle en milieu buccal
Apport de l'eau de mer.

a) Chaleur et pression osmotique.

Il est intéressant de noter que suivant la formule ci-dessous la pression osmotique est fonction non seulement du nombre de molécules dissoutes mais aussi de la température :

$$\pi = \frac{C}{M} \times (273 + t) \, XR$$

C = concentration en grammes par litre
M = poids moléculaire
(273 + t) = température absolue
R = une constante égale à 0,082.

L'apport de chaleur provenant de l'alimentation pouvant être important il nous a paru indispensable de mesurer ces températures.

Expérimentation :

L'appareil utilisé était un Pyromètre-Potentiomètre portatif Type E.S.P.M. de marque M.E.CI.

Cet appareil est monté en pont de Wheastone et utilise une méthode de zéro, c'est-à-dire que la variation du courant fourni par le couple est contrebalancée par une variation de la résistance pour obtenir un zéro au galvanomètre. La lecture n'était donc pas immédiate mais nécessitait quelques secondes afin de faire ce réglage au Zéro. Quant au thermo-couple utilisé il était composé de deux fils de chromel et alumel soudés à une de leurs extrémités.

L'application de cette soudure en un point précis permettait donc d'obtenir la température de zones ne dépassant pas un

millimètre de section.

Cette expérimentation a été faite par une température extérieure de 25º.

Préalablement à l'étude de la répartition en bouche d'un apport calorifique d'origine externe, différentes mesures ont été prises dont les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Mesures préalables de températures en différents points de la bouche

A) Bouche ouverte

Localisation du thermo-couple	Mv	Conversion en température	Observations
Incisives centrales 1/1 par insertion vestibulaire	1,35	33º7	Variations dues aux expirations et inspirations, la température du laboratoire d'expérimentation étant de 25 º.
"	1,30	32º5	
"	1,36	34º	
"	1,38	34º5	
entre 7 6	1,36	34º	
Face dorsale de la langue	1,36	34º	

B) Bouche fermée.

Localisation du thermo-couple	Mv	Conversion en température	Observations
Sous la langue	1,46	36º5	Mesures prises en respiration normale par une température du laboratoire de 25º
Milieu de la cavité buccale sans contact muqueux	1,46	36º5	
Entre incisives centrales et latérales inférieures	1,46	36º5	
Piquée dans une cigarette 1/2 consumée en aspiration normale latéralement et en dehors de la bouche	1,80	45º	en aspiration normale l'usage de la cigarette ne semble pas un apport calorifique important ## 31º2
id. en aspiration forte	2,25	55º7	
Sonde piquée en bout dans la cigarette, aspiration normale	1,8	45º	
Sonde en bouche voisine de la cigarette en aspiration normale	1,25	31º 2	

1) mesure de la température de la face externe d'une incisive centrale supérieure bouche ouverte. Les quatre mesures enregistrées variaient de 32º5 à 34º5, ces variations semblant être en rapport avec les expirations et inspirations. A aucun moment l'influence de la respiration n'a été éliminée.

2) mesure de la température de la cavité buccale bouche fermée au moyen du thermo-couple maintenu au milieu de la cavité sans contact muqueux : 36º5.

3) Mesure de la température rétro-incisive inférieure par insertion vestibulaire du thermo-couple entre incisives centrale et latérale inférieures gauche : 36º5.

4) mesure de températures bouche ouverte
a) par insertion vestibulaire du thermo-couple entre 1 | 1 :34º
b) par insertion vestibulaire du thermo-couple entre 7 6:34º
c) température de la face supérieure de la langue en son milieu : 34º
Cette dernière température reprise au moyen d'un thermomètre à alcool donna le même résultat 34º bouche ouverte et 36º7 bouche fermée.

5) mesure de température par thermo-couple sous la langue 36 º5.

Dans un second temps nous avons étudié la répartition en bouche d'un apport calorifique d'origine externe. En l'occurence un liquide chaud était aspiré au moyen d'un chalumeau et le thermo-couple était inséré sous les points de contact des dents indiquées soit par voie vestibulaire ou linguale.

Résultats : le tableau ci-dessous indique les résultats obtenus.

Dans la première colonne est indiquée la localisation du thermo-couple : insertion par voie vestibulaire ou par voie palatine, soit la localisation du thermo-couple dans la cavité buccale ou par rapport à une cigarette.

La seconde colonne indique le point d'insertion du thermo-couple entre deux dents, la troisième donne le résultat enregistré en millivolts puis suit dans la quatrième la température obtenue dans une table de conversion à partir du résultat en millivolts, la cinquième colonne donnant la température du liquide mesurée dans le récipient de départ au moyen d'un thermomètre à alcool.

Au cours de l'expérience le liquide utilisé se refroidissait rapidement ce qui explique les différences de deux ou trois degrés existant entre deux mesures. Afin de rendre les résultats plus comparables nous nous sommes permis d'extrapoler certains de nos résultats dans les sixième, septième et huitième colonnes en ramenant proportionnellement les chiffres obtenus pour une température constante extra-buccale d'un liquide à 65º. La plupart des individus peuvent boire en effet des boissons entre 60 et 65º et, paradoxalement et plus facilement encore, avoir une alimentation solide voisine ou dépassant ces températures. Nous chercherons donc à expliquer ces constatations.

A première vue il peut paraître anormal qu'un liquide aqueux à 60º puisse provoquer une sensation de brûlure ce qui n'est pas le cas pour un solide à 70º et encore moins pour une mousse alimentaire telle un soufflet au fromage que l'on peut ingérer facilement à 85º. L'explication d'une telle constatation expérimentale s'explique scientifiquement de la manière suivante :

Une mousse est composée d'un solide qui enveloppe un gaz. L'épaisseur du solide est extrêmement faible, il en résulte que la surface du solide est extrêmement grande par rapport à sa masse d'où une surface d'échanges thermiques considérable, de surcroît sa masse calorifique est faible.

Quant aux solides considérés dans ce travail c'est-à-dire les aliments solides, qui cependant contiennent généralement beaucoup d'eau, ils possèdent toujours une chaleur spécifique plus faible que l'eau. Il en résulte que ces aliments considérés comme solides se refroidissent plus vite que l'eau et qu'ils peuvent alors entrer en contact avec les tissus buccaux à une température plus élevée que l'eau ou les liquides aqueux pour produire un même effet de brûlure.

Sans prétendre retenir les chiffres que nous avons obtenus en valeur absolue étant donné les difficultés de réalisation de cette expérimentation nos résultats nous permettent cependant en valeur relative de tirer les conclusions suivantes :

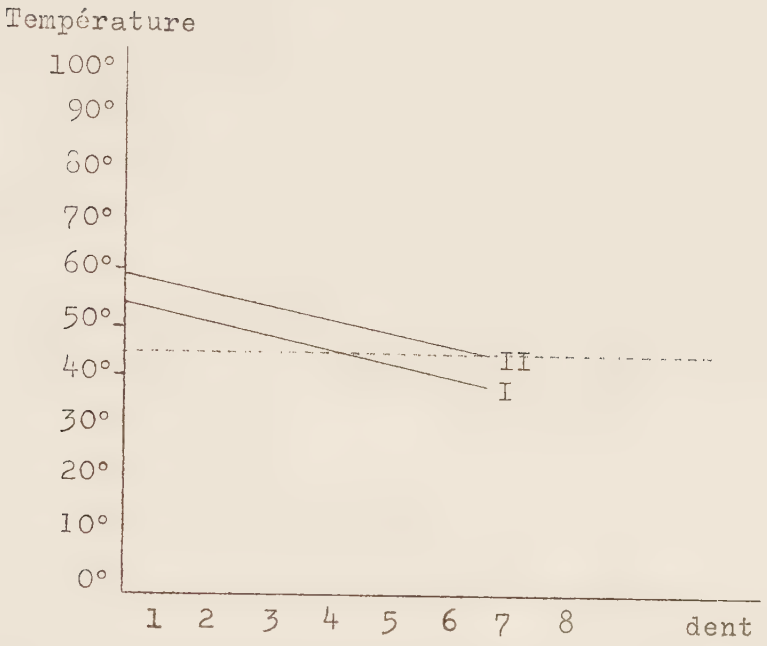
1) Tout d'abord et surtout : l'apport calorifique intra buccal causé par les boissons chaudes et l'alimentation solide chaude soumet les tissus buccaux à des températures physiologiquement anormales et probablement nocives.

2) Un liquide chaud introduit en bouche semble se reffoidir au fur et à mesure qu'il évolue vers le pharynx de 1º5 environ par dent au niveau du groupe incisivo-canin, de 2º par

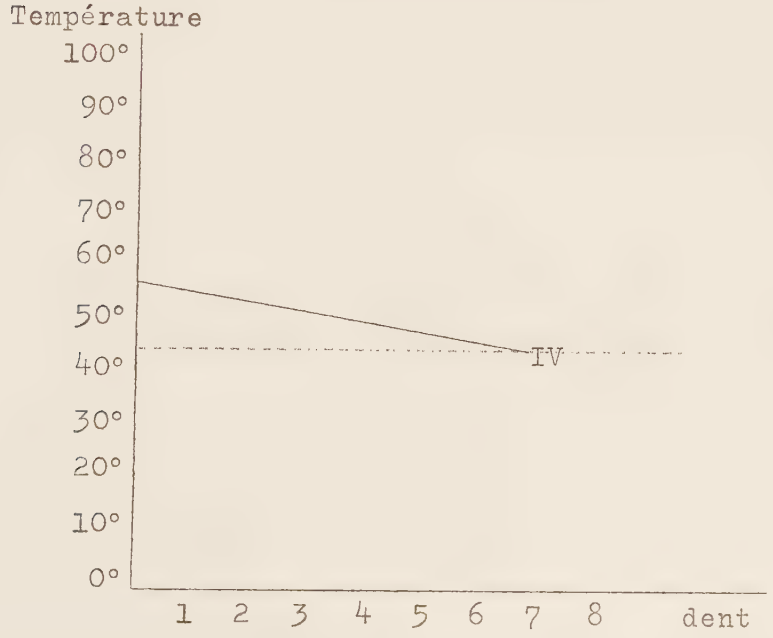
Mesures des variations de températures intra-buccale en fonction d'un apport calorifique liquide d'origine externe

Résultats de l'expérimentation						Résultats extra-poles				Observations
Localisation du thermocouple			Mv	Conversion en température	Température extérieure du liquide	Mv	Conversion en température	Témp. exter. du liquide	Ecart de tempér.	
Côté d'insertion	Nº Exp.	Lieu								
Insertion vestibulaire	I	67	1,69	42º	66º	1,65	41º	65º	13º2	Refroidissement entre les incisives centrales et la 2e molaire supérieure
		45	1,73	43º	64º	1,77	44º	65º		
		34	1,75	43º5	62º	1,97	49º	65º		
		11	1,95	48º5	59º	2,19	54º2	65º		
	II	76	1,66	41º2	61º	1,82	45º2	65º	12º5	Refroidissement entre les incisives centrales et la 2e molaire supérieure
		54	1,77	44º	58º	1,05	50º7	65º		
		11	1,97	49º	56º	2,33	57º7	65º		
	III	56	1,65	41º	56º					
		11	1,56	39º	54º					
		45	1,56	39º	52º					
		56	1,56	39º	50º					
Insertion palatine	IV	67	1,39	34º7	56º	1,75	43º5	65º	10º7	Refroidissement entre les incisives centrales et la 2e molaire supérieure
		45	1,47	36º7	50º	2,07	51º2	65º		
		11	1,47	36º7	47º	2,19	54º2	65º		
Au bout de chaumeau			1,77	44º	51º	2,33	57º7	65º	7º3	Refroidissement entre le liquide extérieur et la localisation intérieure
			1,67	41º5	46º5	2,41	57º5	65º	7º5	
Partie antérieure du palais			2,16	53º5	55º	2,56	63º2	65º	1º8	
Partie moyenne du palais			1,79	44º5	55º	2,19	54º2	65º	10º8	
Partie postérieure du palais			1,56	39º	44º	2,00	49º5	65º	15º5	

Variation intrabuccale de la température
d'un liquide absorbé à 65°



Thermo-couple inséré sous le point de contact par le
côté vestibulaire



Thermo-couple inséré sous le point de contact par le
côté palatin

N.B. En pointillé la limite de la température "physiologiquement" maxima

dent au niveau des prémolaires et de 2º75 environ par dent au niveau des molaires.

3) L'usage de la cigarette ne semble pas être un apport calorifique important et "physiologiquement" nocif.

4) Les résultats semblent différents au maxillaire inférieur qui serait plus protégé par la langue mais ces mesures demanderaient à être confirmées.

Notre hypothèse est donc confirmée concernant cet apport de température d'origine externe et, influant sur la pression osmotique, il intervient pour le moins d'une façon excitatrice sinon nocive sur le métabolisme cellulaire.

b) Discussion

Nomadisme et désordres buccaux

Price (1947) cité par J. Deliberos, rapporte que les Esquimaux primitifs présenteraient 0 à 0,9 % de caries. Les travaux de Pedersen 1938-47 et de Baarregaard (1949) cités par A. Chaput ont montré la faible incidence de la carie au Groenland 1;6 à 4 % (sans différenciation entre nomades et sédentaires). Par contre Hruska de Milan fait cette différenciation, et, si les sédentaires présentent des caries, gingivites, parodontolyses, les nomades ont eux des dents abrasées et pas de parodontolyses. Renseignements pris auprès d'une expédition française au Groenland l'alimentation de ces Esquimaux nomades serait à base de protides, de lipides et ils ne font que dégeler à peine leur alimentation.

Held rapporte les mêmes constatations que Hruska sur les différences existant entre l'état buccal des Pygmées sédentaires et nomades au bénéfice de ces derniers ayant une alimentation végétarienne. Malgré l'alimentation différente, ces deux ethnies arrivent donc au même résultat. Les nomades n'auraient-ils pas une alimentation froide ou tout au moins plus rarement chaude étant donné les difficultés de chauffer leur alimentation ? N'aurait-on pas, en partie tout au moins, superposé les méfaits de la "révolution alimentaire" avec ceux de la chaleur alimentaire qui a permis cette révolution ? Nous laisserons à d'autres le soin de conclure.

Matière, Vie et Chaleur

La matière est constituée d'atomes animés de mouvements

désordonnés régis par les seules lois du hasard, elle tend vers le nivellement de l'énergie, vers l'état d'équilibre thermo-dynamique, c'est-à-dire vers l'état d'entropie maxima des physiciens. C'est le deuxième principe de la thermo-dynamique et cet état n'est atteint par un organisme que dans la mort. Ce qui caractérise la vie à l'opposé de cette tendance au désordre moléculaire de la matière c'est au contraire l'ordre par la recherche d'un certain équilibre. Dans cet équilibre au niveau de la vie la tendance au désordre est marquée par ce que les biologistes appellent le "catabolisme", c'est-à-dire la destruction de matériaux cellulaires aboutissant à une libération d'énergie. Le plus souvent, cette destruction s'accompagne de déchets qui doivent être éliminés. C'est en fait une transformation d'énergie chimique en énergie mécanique puis calorique. Mais ce qui différencie la vie de la matière c'est que cette tendance à la destruction au désordre est compensée par une tendance à la construction, à l'ordre et c'est l'anabolisme. L'anabolisme étant le processus permettant une fabrication constante de nouveaux matériaux cellulaires à partir d'éléments puisés dans le milieu, nous voyons donc tout de suite que l'idéal pour une vie normale serait :

Anabolisme = Catabolisme

or cette équation ne peut exister qu'avec un milieu extérieur stable ce qui n'est pas le cas. Etant donné les à coups dûs aux variations de la Biosphère il ne pourra y avoir qu'alternance entre ces deux pôles de l'ordre vital et il ne sera que précaire.

Il faut ici insister sur le fait que cette tendance au désordre vital, le catabolisme, est suivant la loi de Vant' Hoff-Arrhenius augmentée par la température (du moins dans certaines limites). Or nous avons vu précédemment que les tissus buccaux étaient agressés par la chaleur et ces températures anormales peuvent atteindre parfois comme nous l'avons mesuré des températures très éloignées des températures optima. La chaleur de l'alimentation augmente donc les processus vitaux dans le milieu buccal, et il se produit une dysharmonie entre le catabolisme et l'anabolisme.

Nous savons actuellement grâce aux radio-éléments que les tissus buccaux minéralisés sont le siège d'échanges beaucoup plus importants qu'on ne le croyait autrefois avec le milieu interne ou le milieu buccal (R. Franck, Racadot et Weill). Ce paramètre présente donc une certaine importance.

Puisque la température est un agent d'Hypercatabolisme

notre thérapeutique devrait consister à limiter ces combustions cellulaires. Chose curieuse, le fluor, dont on connait l'action bénéfique sur la carie dentaire inhiberait entre'autre la respiration des ostéoblastes par blocage de l'énolase (Polonowski).

La chaleur agent d'agression physique, chimique et biologique :

a) agression physique :

Certaines bactéries ne souffrent pas ou peu des températures transitoires rencontrées en bouche car elles tolèrent des limites plus larges allant de - 100º à des températures supérieures à + 100º. D'autres au contraire seraient plus sensibles à la température, la plupart des bactéries Gram du microbisme endogène sont tuées rapidement entre 45 et 50º, les pneumocoques en 10 minutes à 46º, et en quelques instants à 60º, les entérobactéries à 56º en quelques minutes, les streptocoques Hémolytiques rapidement vers 45 à 50º, les streptocoques seraient par contre un peu plus résistants et résisteraient 10 minutes à 45-50º. Quant aux streptocoques anaérobies D type entérocoques ils résisteraient à 60º pendant une demi-heure.

Par contre les espèces supérieures comme les Mammifères ne tolèrent que des limites de température plus étroites allant de 0º à 45º. Nous savons en effet que les cultures de tissus ne résistent pas à des températures supérieures, à 45º, le protoplasma cellulaire se coagule et les cellules meurent. Jusqu'à cette limite la température exerce une action excitatrice sur les fonctions cellulaires. La respiration en particulier augmente progressivement pour atteindre un maximum à + 45º au-delà duquel elle cesse par mort cellulaire. Si la desquamation cellulaire buccale a lieu surtout au cours des repas et au détriment en particulier du palais, l'action mécanique a certainement son importance mais l'agression thermique aussi. Quant à la température de l'émail dentaire signalons que d'après Goldberg cité par Peultier, elle serait de 30º6 ce qui accentuerait encore la différence avec les apports calorifiques d'origine externe. Il est donc possible que les bactéries qui n'ont pas ou peu souffert de cette agression thermique transitoire aient une action sur les tissus cellulaires qui ont eux été rendus déficients. Il y aurait en somme rupture de l'équilibre biologique.

Rappelons qu'au début de ce travail nous avions signalé que pour Quinton la température de haut rendement cellulaire, pour lui la température des origines de la vie était de 44º.

Nous savons aussi que dans la fièvre hyperthermique par coup de chaleur l'hyperthermie peut monter à 43º, 44º et jusqu'à 44º6 maximum (L. Binet). Il pourrait nous être objecté que la mort survient le plus souvent à des températures inférieures mais la mort d'un organisme ne signifie pas immédiatement mort cellulaire mais arrêt des centres nerveux, et nous savons que les cellules dont ils sont composés sont plus fragiles.

B) Agression chimique :

Il est intéressant au premier chef d'étudier l'action de la chaleur sur la formation du tartre dentaire.

Hulin avait réalisé expérimentalement il y a une trentaine d'années une synthèse du tartre à partir d'un milieu salivaire stérile. Les bactéries n'interviendraient donc pas, tout au moins d'une manière déterminante, dans la formation du tartre mais il est compréhensible étant donné les 15 % de matières organiques (ration de croissance) qu'elles y pullulent. Il nous a été objecté que le tartre contenait des bactéries calcifiées. Peut-être faut-il voir là, le fait que certains sels de calcium aient précipités rapidement sous une influence extérieure. Les bactéries pourraient ainsi se trouver emprisonnées par une précipitation brutale de calcium causé par l'apport calorifique d'origine externe.

Vu sous l'angle chimique L. Robert a insisté sur le fait que la température agit non seulement sur la vitesse des réactions chimiques mais aussi des réactions biologiques en particulier sur celle des réactions enzymatiques.

Les coenzymes sont continuellement dégradés et résynthétisés dans la cellule au cours du métabolisme. Après une agression il y a vaso-constriction d'où Hypoxie et la dégradation des enzymes se poursuit alors que leur resynthèse est difficile. Le métabolisme s'arrêtera donc lorsque la réserve en coenzymes sera épuisée. Avec une augmentation de la température cellulaire, le décalage entre dégradation et resynthèse augmentera.

C) Agression biologique :

Hulin ne pouvant expliquer l'origine de la totalité des sels calcaires de la salive avait émis l'idée que l'épithelium buccal en éliminerait. Nous savons depuis que la cohésion intercellulaire n'est effective qu'en présence d'ions divalents et notamment d'ions Ca++ qui sont indispensables. Cette pro-

priété est mise à profit lorsque l'on veut obtenir des cellules isolées à partir de groupements cellulaires (Berkaloff, Bourguet, Favard, Guinnebault). La chaleur pourrait là aussi avoir son importance et il serait intéressant d'étudier la formation du tartre chez les Esquimaux et Pigmées nomades.

Chaleur et phylogénèse.

En reprenant la phylogénèse on se rend compte que les êtres inférieurs s'adaptent aux conditions du milieu (cas de la bactérie qui sporule), ou aux vicissitudes de la vie (cas de l'hydre ou du ver de terre qui après section regénereront un animal entier aux dépens de chaque tronçon). Il y a soumission au milieu extérieur.

Dans tout organisme évolué, il n'en est pas de même il y a un système de corrélation intercellulaire. C'est par l'intermédiaire des liquides interstitiels, "le milieu intérieur", que s'établit la réaction, la subordination des parties à l'ensemble. Les organismes les plus anciens n'auraient disposé que du seul système parasympathique appelé par certains "paleosympathique" (Laborit), quant au système orthosympathique il serait apparu plus tardivement. On a d'ailleurs avancé que l'ontogénèse reproduisait la phylogénèse et les embryologistes ont été frappés que l'embryon humain paraît parcourir au cours de son développement "in utero" les différents stades qu'a parcouru l'espèce. En effet les prématurés naissent hétérothermes et les nourrissons ne parviennent à leur autonomie thermique totale que vers le dixième jour. Ces constatations ont permis à certains de porter leurs espoirs vers un traitement prénatal de certaines tares acquises.

La question se pose de savoir si le système orthosympathique, source de réactions parfois excessives, n'a pas aussi une action nuisible sur la salive suite aux stimulations dues à l'environnement.

En fait dans la bouche on peut expliquer les différences qualitatives de la salive par les différentes proportions de fibres sympathiques activées par tel ou tel stimulus.

La salive secrétée par excitation sympathique est peu abondante, visqueuse et riche en matériaux solides 2 à 3 %, alors que la salive parasympathique est abondante fluide et pauvre en matériaux solides. A l'extrême les grands stress peuvent tarir la secrétion salivaire (Auto-observation de H.J. Howard cité par L. Binet). Parmi les animaux seuls les chiens et quelques félins mais seulement dans les Zoo présen-

tent du tartre dentaire. Dans une thèse récente Kleinfinger rappelle les travaux de Mac Cann et indique que le P.H. des salives parotidienne et sous maxillaire non stimulées respectivement à 5,5 et 6,4 peuvent passer à 7,4 en salive stimulée se rapprochant ainsi du pH sanguin. Ces variations de PH peuvent avoir une grande importance dans les échanges transmembranaires en faisant varier la concentration en certains ions actifs, on sait que ces variations de pH se répercutent sur les bactéries qui sont aussi très sensibles, la plupart des germes buccaux ne cultivent qu'entre des PH de 6 à 8, par contre certains comme les levures, les germes lactiques ou les streptocoque D par exemple cultivent encore à des pH de 4,5 à 5.

Intérêt de l'eau de mer vis à vis de cette nuisance :

L'intérêt de l'eau de mer est tout d'abord d'être une solution d'électrolytes. Son pouvoir osmotique est donc supérieur à celui d'une solution de même concentration composée de molécules non dissociées. Cette solution, éminemment active grâce à sa dissociation, à une action sur la désagrégation du tartre (F.J. Bossard) et sur les échanges cellulaires.

Son intérêt réside aussi et surtout dans le fait d'être une solution d'électrolytes équilibrée particulièrement adaptée à l'être humain comme l'a montré Quinton. Rappelons pour mémoire que les mêmes ions pris isolément peuvent être toxiques alors que mélangés dans une proportion déterminée par l'expérience ils peuvent assurer une survie prolongée de l'organe. Ringer avait remarqué ce fait sur le coeur de la grenouille : des solutions isotoniques de NaCl ou Kcl provoquaient l'arrêt du coeur en systole alors que mélangés dans des proportions convenables les ions Na+ K+ et Ca++ assuraient la marche normale de l'organe. Ces ions peuvent agir à doses très faibles. Ainsi si l'on perfuse l'aorte d'une grenouille avec une solution de NaCl à 6 pour 1000 (solution isotonique pour la grenouille) il se produit un oedème des pattes postérieures. Les cellules endothéliales ont laissé passer du liquide dans les tissus Si l'on ajoute à cette solution du CaCl2 à raison de 0,07 p 1000, l'œdème disparaît. Avec une adjonction de CaCl2 à 0,08 p 1000 les capillaires se contractent et le liquide d'irrigation ne passe plus à travers les vaisseaux. Par contre, par adjonction de 0,1 pour 1000 de Kcl dont l'action est antagoniste de CaCl2 la contraction des vaisseaux cesse.

Comme nous l'avons vu précédemment les différentes salives ortho et parasympathique ont des compositions

ioniques différentes et certains de ces ions peuvent parfois avoir une action physique inattendue sur l'osmose biologique C'est ainsi que les microbiologistes ont remarqué depuis peu que la présence d'ions Ca++ et Mg++ renversait la polarité de la membrane bactérienne donc ses propriétés d'absorption.

L'eau de mer grâce au jeu de l'osmose biologique et de la sélection active peut avoir une action sur les métabolisme cellulaire non seulement par apport d'oligo-éléments indispensables mais aussi grâce aux hormones ou tissus embryonnaires qu'elle contient. Nous savons en effet grâce aux cultures de tissus que les solutions minérales ne peuvent assurer qu'une survie temporaire, l'addition d'extraits embryonnaires permettant au contraire une survie prolongée. L'hypercatabolisme dû à la chaleur semble ainsi pouvoir être compensé par l'apport externe des éléments de l'eau de mer, minéraux et biologiques. Enfin le fluide marin utilisé "in situ" est saturé d'oxygène et l'on connaît l'importance de la saturation de cet élément dans les milieux utilisés pour les cultures de tissus.

Non seulement l'eau de mer peut avoir une action bienfaisante directe sur le métabolisme cellulaire mais aussi indirectement en provoquant une hypersalivation. S. Kleinfinger fait remarquer qu'à des taux de flux salivaire bas, les salives sous-maxillaires et parotidiennes sont nettement hypotoniques. Lorsque le flux salivaire augmente, la tonicité tend à l'isotonicité. Mac Cann a constaté que la salive parotidienne stimulée contenait quatorze fois plus d'ions Na+ que dans la même salive non stimulée, quant à la salive sous-maxillaire elle en contiendrait deux fois et demi plus. L'hypersalivation stimulée ne peut donc être que bénéfique sur le plan des échanges en élevant le pH vers la neutralité, en tendant vers l'isotonicité et ce indépendamment de son action physique et de l'équilibre biologique buccal .

Les considérations de "température des origines" énoncée par Quinton au début de ce travail, nous avaient amenées progressivement à envisager la nocivité de la chaleur sous l'angle de la pathologie buccale.

Le but du présent chapitre a donc été d'envisager très sommairement si cette hypothèse inhabituelle pouvait avoir un intérêt vis à vis des désordres buccaux ainsi que l'utilité éventuelle de l'eau de mer. Il ne nous appartient pas de donner une réponse, notre compétence ne nous permettant pas de tirer les conclusions d'un problème aussi multidisciplinaire. Cependant nous sommes frappés lorsque L. Binet écrit "l'agression thermique des accidents extraordinairement variés où s'imbri-

quent et se succèdent le choc, l'intoxication, l'infection, les carences nutritives, telle est la véritable maladie générale que la physiopathologie moderne a substitué à la notion ancienne des "brûlures" accident local "et il poursuit "la traduction biologique de ce phénomène (le choc) est représentée par des modifications profondes du sang, Une hémoconcentration qui nulle part n'est aussi précoce, aussi constante, aussi marquée que dans les brûlures, une hypoprotéinémie qui explique la fuite des albumines avec la sérosité du sang, l'hypochlorémie, l'hyperkaliémie, l'hyponatrémie, l'acidose". Il s'agit là évidemment de brûlures graves présentant des signes généraux à notre échelle de discernement. Peut-on certifier qu'il n'en est pas de même au niveau buccal mais d'une manière extrêmement minime, localisée et à une échelle extrêmement petite ? Les lésions élémentaires de la muqueuses buccale telles qu'elles apparaissent aux histologistes et telles que nous les présentent Mac Carthy et Sklar (in "Stomatologie" du Pr A. Chaput) ne pourraient-elles faire penser à des brûlures ? (macules, papules, tubercules, vésicules, bulles, pustules, érosions, ulcérations, nécrose). Brûlures il est vrai, point original, en milieu humide de muqueuses relativement protégées par un liquide plus ou moins visqueux et adhérent qui est la salive. Nous nous garderons bien de conclure, mais le problème mérite peut-être d'être envisagé sous cet angle.

Quoiqu'il en soit il est certain que l'eau de mer ne peut avoir certes qu'une action limitée en proportion mais il semble qu'elle soit un des éléments les plus adaptés pour mettre à la disposition de la cellule des éléments qui lui feraient défaut étant donné l'effort qui lui est demandé.

Origine de l'eau - Origine de la vie.

Puisque tout au long de ce travail il n'a été question que de l'eau peut-être n'est-il pas inutile pour terminer cette étude de rappeler l'hypothèse avancée sur son origine.

Selon Dauvillier, l'eau comme d'ailleurs le gaz carbonique proviendraient de "l'évolution chimique du magma superficiel au cours de son refroidissement cosmique". Ce magma était riche en oxyde de fer, réductible par l'hydrogène existant à l'état dissous dans le noyau de ferro-nickel, et à l'état occlus dans le magma vitreux. La réaction de réduction selon la formule ci-dessous conduirait à la formation de vapeur d'eau et de magnétite.

$$3\,Fe^{2}\,o^{3} + H^{2} \longrightarrow 2\,(Feo.\,Fe^{2}\,o^{3}) + H^{2}\,o$$

magnétite

De toute façon selon cet auteur les eaux océaniques sont apparues d'emblée lors de la consolidation primitive du magma.

Toujours selon Dauvillier cité par Jean Rostand, l'eau de mer, par sa salure, son alcalinité, sa température était propice aux premières photosynthèses ultraviolettes qui sont à l'origine de la matière organique. Dans cette première étape la matière organique est née à partir de la matière minérale, puis dans une seconde, s'élaborèrent les structures puis progressivement apparut la chlorophylle. Les êtres vivants jusqu'alors hétérotrophes deviennent autotropes et dégagent de l'oxygène en abondance. Ce gaz se dégagera des eaux marines et la respiration aérienne devint alors possible. Près de trois milliards d'années avaient été nécessaires pour passer du milieu vivant à la naissance des Cyanophyxées organismes autotrophes les plus primitifs. Et puis, la cellule, structure hétérogène complexe, naîtra et progressivement à partir des êtres unicellulaires, les végétaux autotrophes et les animaux hétérotrophes.

Comment donc ne pas vouloir chercher à tirer partie d'un tel élément, l'orgueil humain serait-il si déraisonnable ...? ou peut être comme l'a écrit Fonsagrives "L'eau de mer, un admirable médicament que l'on ne dédaigne qu'à cause de son abondance. Si par impossible, le bassin des mers se tarissait et qu'il ne restât ça et là que quelques griffons de cette eau, les malades y courraient comme ils vont aux sources les plus en renom."

III. Le climat marin peut-il être un adjuvant favorable à un traitement buccal ? Pourquoi ?

A. Définition de la bioclimatologie.

B. Eléments définissant une station climatique

a) température et humidité relative
b) pression atmosphérique
c) ionisation atmosphérique

C. Effets biologiques des ions de l'atmosphère.

D. Différences des climats marins.

III. Le climat marin peut-il être un adjuvant favorable à un traitement buccal et pourquoi ?

Jusque là la bioclimatologie n'existait pas ou tout au moins il n'y avait pas coordination en vue d'étudier les corrélations possibles entre la météorologie et la biologie. L'office français de recherches bioclimatologiques s'applique maintenant à étudier d'une façon plus scientifique les environnements tant agressifs que thérapeutiques en fonction des corrélations médicales :
- météoro-physiologique
- météoro-pathologique
- météoro-thérapeutique

En attendant ces données plus précises nous nous contenterons pour le moment de donner en quelques lignes un aperçu de cette question.

A. Définition de l'environnement biométéorologique.

Le Professeur Wolfröm définit l'environnement biométéorologique comme "l'ensemble des facteurs extérieurs cosmiques, géophysiques et géochimiques, compte tenu de leurs possibilités d'action physio-pathologique : le temps, le climat, la saison représentant les éléments de corrélation possible".

B. Eléments définissant une station climatique :

Les micro-climats ont chacun comme nous le verrons plus tard leurs particularités propres. Il convient donc de définir une station climatique en fonction des éléments suivants :

a) Température et humidité relative :

Il n'existe pas au bord de la mer de variations brusques de température : la mer fait "tampon" par sa masse. L'amplitude de la variation diurne presque insensiblem au large, reste très réduite sur les plages et maintient pour ainsi dire les actions biologiques en équilibre, l'organisme est donc relativement en état de repos. Les physiologistes ont été amenés à établir des graphiques appelés "climogrammes" sur lesquels état hygrométrique et température sont portés en abcisses et en ordonnées. Certains auteurs américains ont défini dans ces climogrammes les zones de rendement et de confort maximum.

Jean Rivolier dans ses différentes publications parues dans "Bioclimat" insiste sur la nécessité de connaître d'une manière plus précise les possibilités bénéfiques ou agressives de l'environnement bio-météorologique. Pour chaque mois de l'année et pour un lieu donné il établit un graphique de la pression atmosphérique, de la température, du vent, de l'humidité relative, des précipitations, de l'insolation, de l'irradiation globale et de la radioactivité. Si ces relevés demandent la présence d'une véritable station météorologique ils ont l'avantage de définir plus exactement ces stations climatiques.

b) La pression atmosphérique : elle est relativement élevée au bord de la mer ce qui entraîne une modification quantitative et qualitative des globules rouges. Cazin et ses internes ont constaté à l'hôpital de Berck :

1) une augmentation de 644.546 globules rouges en trois semaines chez 22 enfants atteints d'adénite.

2) chez un autre groupe de 22 enfants atteints d'affection articulaires et osseuses l'augmentation était de 489.491 globules rouges.

Le Professeur Ranvier a confirmé ces résultats : l'hématopoïese augmente progressivement en trois semaines puis diminue pour rester toutefois supérieure au taux initial. Du point de vue qualitatif G. Baldoni Directeur de l'hôpital de Fano a étudié les variations de l'hémoglobine du sang des individus soumis au climat marin.

Sur 234 malades :

70	avaient une augmentation de l'hémoglobine de	11,5 %
32	.....	12,7 %
132	.....	11,75 %

Robin et Binet ont confirmés ces résultats ainsi qu'une consommation augmentée des matières albuminoïdes par le fait d'une assimilation plus intense. La pression atmosphérique a donc une double action :

- action sédative par le ralentissement des mouvements respiratoires,
- action tonique par l'oxygénation plus active des globules sanguins, on peut dire que la mer, malgré ses violences, fait réagir l'organisme dans des limites physiologiques normales sans dépasser l'échelle des réactions humaines habituelles.

c) l'ionisation atmosphérique : nous nous permettons d'insister sur ce point qui nous semble très important. En effet de nombreuses expériences ont été faites depuis 30 ans dans les Instituts d'ionification d'URSS sous la direction de Tchijevsky, elles ont montré que l'air privé d'ions oxygène est incapable d'entretenir la vie, même s'il contient la quantité normale d'oxygène. L'étude anatomique et histologique des organes des animaux ayant péris dans l'air privé d'ions montre les changements profonds subis par eux par suite du processus d'oxydation incomplet. Grâce à l'aéro-ionisation artificielle on a pu étudier l'action des aéro-ions négatifs et positifs ce qui a permis d'expliquer :

1) les malaises provoqués par l'approche des orages et par certains vents tels que le Föhn à Davos ou le vent d'Antan en Languedoc

2) Les troubles éprouvés dans les locaux surpeuplés.

3) La sensation de bien être que procure l'air des montagnes ou des bords de mer.

Sans approfondir l'origine de ces particules électrisées contenues dans l'atmosphère il est intéressant de se souvenir que toute ionisation négative est bénéfique alors que les "gros ions Langevin" sont nocifs. Ces ions Langevin résultent de la fixation d'un ou plusieurs petits ions sur les particules solides ou liquides contenues dans l'air atmosphérique (suies Fumées, produits d'érosion des roches, gouttelettes d'eau microscopique.)

Par "l'effet Lenard" : chocs et frictions des vagues continuels, la bordure de la mer est en permanence uniquement emplie d'une masse de petits ions dont les négatifs semblent plus particulièrement bénéfiques pour l'être humain. On trouve en proportion 600 paires d'ions par cm3 près de la mer contre 150 paires d'ions en ville et 500 dans une campagne salubre. Enfin phénomène récemment mis en évidence par les Physiciens : les bulles qui à chaque instant viennent explorer à la surface de la mer émettent des aérosols de métalloïdes purs: Calcium, phosphore, iode, brome etc... indépendants des embruns salins. Cet heureux apport médicamenteux sur nos 90M2 de surface alvéolaire pulmonaire se dilue et s'efface en s'éloignant de la zone cotière. Le professeur Desse grâce à l'appareillage des physiciens de Gif sur Yvette étudie l'action de ces métalloïdes issus de la mer. Dans la zone où ils reçoivent leurs ions ces métalloïdes imprègnent les alvéoles pulmonaires et le sang des curistes.

C. Effets biologiques des ions de l'atmosphère

De nombreuses observations réalisées par des médecins et des physiciens tels que Tchijevsky, Sokolov (URSS), Dessaver, Happel (Allemagne), Asiba, Okada (Japon), Dorner (Suisse), Griffin, Hansell, Yaglou (USA), Pech, Vles, Chaize, Denier (France) permettent d'affirmer l'importance de l'ionisation de l'atmosphère sur l'organisme humain. Le degré de salubrité d'un climat est déterminé par la proportion des aéro-ions négatifs, c'est à dire des aéro-ions d'oxygène dans l'air, ces aéro-ions exerçant une influence stimulante et normalisante sur les différents organes.

Ces ions atmosphériques sont produits par la radio-activité ambiante (du sol, de la mer, du radon, les rayons cosmiques, les orages, les chutes d'eau). La proportion moyenne d'ions positifs par rapport aux négatifs est de $\frac{N+}{N-} = 1,22$. Ce rapport peut être inférieur à I pendant les pluies et les orages. Le nombre d'ions par cm3 peut varier de 100 à 2000 pour chaque polarité. Les variations diurnes sont plus faibles en mer et dans l'air polaire qu'en ville, elles présentent aussi un maximum saisonnier en été et un minimum en hiver. Pour certains auteurs les ions négatifs accélèreraient les réactions métaboliques catalysées par la cytochrome oxydase et les ions+ auraient une action analogue à la 5 hydroxy-tryptamine en ayant probablement une action déclenchante de la sérotonine.

Le sang subit de la part des aéro-ions une action directe au niveau des poumons par variations de la charge des globules rouges et des colloïdes qu'il contient en suspension. C'est ainsi que les aéro-ions négatifs provoquent une augmentation de la charge négative naturelle des globules rouges et augmentent leur stabilité tandis que les aéro-ions positifs diminuent cette charge. La diminution de la vitesse de sédimentation est provoquée par l'aéro-ionisation négative et augmentée par l'ionisation positive. Le pH du sang est équilibré, de même que les taux de cholestérol sanguin, de calcium, de potassium. Nous avons personnellement constaté et à plusieurs reprises, l'équilibration spontanée du taux de cholestérol ; il en a été ainsi sur nous même ainsi que sur d'autres membres de l'équipage, et ce bien que la nourriture du bord était tout à fait défavorable. Les aéro-ions négatifs abaisseraient d'une façon durable la tension artérielle des hypertendus et élèveraient celle des hypotendus (Ivanov). Ils exercent une action régulatrice sur l'arythmie cardiaque et sur l'arythmie respiratoire par action

sur la musculature lisse et des vaisseaux. Sur les glandes endocrines, en particulier thyroïde et ovaires, l'action de ces ions négatifs est d'autant plus marquée que leur activité fonctionnelle est plus basse. Il faut encore indiquer l'action favorable de ces ions sur l'ensemble des réactions chimiques de l'organisme. Etant donné le petit nombre d'ions oxygène par rapport à l'ensemble des molécules neutres contenues dans l'air, ces ions semblent jouer un rôle de catalyseurs qui serait indispensable à la vie. Enfin certains travaux russes cités par Rivolier prétendraient que l'ionisation négative pourrait être une indication thérapeutique pour la stomatite aphteuse.

En conclusion et pour l'étude qui nous intéresse, nous retiendrons que l'ionisation atmosphérique négative peut avoir une double action bénéfique.

1) générale en tendant à rééquilibrer les grandes fonctions de l'organisme.

2) au niveau des tissus en favorisant les réactions chimiques.

D. Différences des climats marins.

1) Haute mer ou climat pélagique.
Plus grande stabilité thermique
baromètrique
hygrométrique.
L'air est à l'abri des poussières de l'intérieur. Sa richesse minérale et iodée est complète et sans altération.
En un mot les algiques, les formes avec déréglement vago-sympathique accusé, celles des déprimés psychiques, celles des bacillaires pulmonaires à lésions discrètes mais réelles bénéficient davantage de la haute mer que de la côte. Par contre les micro-climats cotiers ont chacun leurs indications.

2) Climat Méditerranéen.

singularités:
- hauteur de son degré thermique moyen
- douceur de ses températures hivernales
- pureté et clareté de l'atmosphère
- influence directe de la lumière diffuse et de la lumière réfléchie par le miroir marin
- rareté des jours couverts
- sécheresse relative de l'air
- raréfaction des pluies estivales
- régime calme des vents avec brises locales douces.

Le climat méditerranéen fait figure d'agent stimulant sur toutes les fonctions organiques : il est indiqué chez les spasmophiles et les nerveux. Il n'est pas exclu chez les malades faisant de petites localisations pulmonaires discrètes (contrairement au climat côtier nordique). Il est équilibrant.

3) Les stations de la mer du Nord.

- Climat excitant
- vents violents
- plages plates, largement ouvertes
- mer froide et agitée de fortes lames
- contre indications : maladies nerveuses, congestives avec localisations pulmonaires surajoutées, cardio-vasculaires.
- indications : localisations externes tuberculeuses chez les anémiques, les affaiblis.

4) Océan Atlantique :

Combinaison heureuse des climats côte d'Azur et Mer du nord.

RESUME

L'objet de notre étude consistait à rechercher quels constituants de l'écosystème marin, biotope ou biocenose, pouvaient avoir un intérêt vis à vis du milieu buccal.

L'intérêt médical de l'eau de mer réside dans le fait que sa composition minérale est en proportion sensiblement la même que celle du milieu intérieur liquide des vertèbrés, alors que cette composition du "milieu vital" ne peut s'expliquer par le seul apport alimentaire particulièrement pauvre en chlorure de sodium. Il faut signaler toutefois que l'eau de mer actuelle se serait concentrée sensiblement de quatre fois depuis les millénaires ou la vie apparut dans les océans.

Nous avons étudié La composition de l'eau de mer sur le plan minéral (biotope), et organique (biocenose), puis furent envisagées les propriétés physiques et biologiques du fluide marin ainsi que les éléments hostiles à l'homme : pollutions phénomènes d'ordre allergique ou toxique (anaphylaxie et "Eaux Rouges") ; de même que les éléments utiles à l'homme (produits médicaux, tirés de la mer).

Une approche de l'utilisation médicale de l'eau de mer a ensuite été réalisée en envisageant les différents points suivants : Thalassothérapie et oto-rhino-laryngologie-Thalassothérapie et ophtalmologie - Thalassothérapie et Dermatologie - Thalassothérapie et vieillissement - Pelothérapie et enfin la Thalassothérapie buccale.

Enfin notre travail personnel a consisté en la recherche des éléments thérapeutiques de l'eau de mer en fonction du milieu buccal. Cette étude a pu être réalisée grâce à des stages effectués tout d'abord au centre d'études et de recherches de biologie et d'océanographie médicale de Nice (Composition de l'eau de mer - action du phytoplancton) ; puis à des recherches bactériologiques effectuées dans le laboratoire de bactériologie de la faculté de médecine de Poitiers (Etude des facteurs défavorables au développement bactérien dans différentes eaux de mer pures - cultures comparatives de bactéries de la flore de Veillon sur milieux enrichis préparés parallèlement

à l'eau douce et à l'eau de mer - influence de l'eau de mer sur l'activité de plusieurs antibiotiques).

Enfin une étude de "l'eau biologique" a été réalisée ainsi qu'une expérimentation en laboratoire concernant la mesure des températures rencontrées en bouche en fonction de la nocivité de ce paramètre sur les échanges osmotiques cellulaires.

Pour terminer le climat marin a été envisagé comme adjuvant favorable éventuel à un traitement buccal.

CONCLUSIONS

Arrivé au terme de ce travail écologique il nous appartient maintenant de tirer les conclusions en fonction de l'odonto-stomatologie.

Nous nous étions fixés au départ de répondre aux trois questions suivantes :

1) Déterminer, dans la mesure du possible, si le fluide marin peut toujours être utilisé en toute innocuité dans une expérimentation clinique.

2) Apprécier, dans l'état actuel de nos connaissances, quels constituants de l'écosystème marin peut avoir une action intéressante en milieu buccal et par voie de conséquence la valeur des cures marines.

3) Connaître les raisons d'une inconstance éventuelle des résultats thérapeutiques.

A. Le fluide marin peut-il être toujours utilisé en toute innocuité ?

Etant donné la similitude en proportion et la stabilité de composition chimique de l'eau de mer par rapport au milieu intérieur des vertébrés, le biotope marin ne semble pas avoir sur l'homme d'effets nocifs bien au contraire.

Quant a la biocenose marine il est important de retenir que si sa composition habituelle n'est pas nocive son instabilité de composition dans le temps et dans l'espace peut passer par des stades transitoires de nocivité pour l'être humain (eaux rouges). Certains éléments vivants dans la biocenose marine peuvent aussi avoir, à titre individuel, une action nocive.

Enfin le fluide marin peut être rendu nocif par les pollutions d'origine terrestre, qu'elles soient chimiques, bactériologiques ou radioactives.

Ces notions de nocivité étant connues, certaines précautions devront donc être prises et toute utilisation de l'eau de mer en biologie humaine devra être précédée comme nous l'avons signalé par des examens de laboratoire très approfondis.

B. Dans l'état actuel de nos connaissances, quels constituants de l'écosystème marin peuvent avoir une action intéressante en milieu buccal - Valeur des cures marines ?

1) Action antibactérienne ou non ?

Le microbisme buccal est riche et varié. Il était primordial d'apprécier si l'écosystème marin avait une action antibactérienne. Certains auteurs ont invoqué différents facteurs défavorables au développement bactérien. Ces facteurs sont issus, soit du biotope marin (en particulier le chlorure de Sodium), soit de la biocenose marine (d'origine animale, bactérienne ou végétale).

L'ensemble des examens de laboratoire réalisés nous a montré qu'en définitive l'eau de mer ne se comporte que comme un milieu de culture "anergétique" (3 mg/l de substrats organiques) et que la croissance bactérienne y est fonction des lois précisées par Monod. En effet la plupart des bactéries pathogènes sont indifférentes aux salinités moyennes (0,5 à 5 % de Nacl), elles sont "euryhalines". Quant aux facteurs antibactériens qu'ils soient d'origine animale, bactérienne ou végétale, ils sont trop dilués dans l'eau de mer pour avoir une action notable du point de vue écologique. Enfin l'utilisation de l'eau de mer ne semble pas avoir d'influence intéressante sur l'action des antibiotiques employés, à l'exception semble-t-il de la Bacitracine sur certains germes Gram +.

Utilisée en bouche, l'eau de mer ne pourra donc avoir d'action antibactérienne.

2) Action au niveau des échanges transmembranaires ?

L'étude de "l'eau biologique" nous a permis de réaliser son importance et celui des électrolytes, en particulier des solutions de concentrations ioniques équilibrées indispensables à l'organisme, or l'eau de mer est la solution ionique balancée la plus adaptée puisque de composition voisine de notre propre milieu intérieur. D'autre part nous savons que la perméabilité cellulaire est non seulement passive mais aussi active et sélective.

Il apparaît donc que les membranes cellulaires peuvent

laisser passer ou "pomper" dans l'eau de mer mise à leur disposition les éléments ioniques dont elles ont besoin. De plus les facteurs biologiques : vitaminiques, enzymatiques, hormonaux et les oligo-éléments semblent ne pouvoir être que bénéfiques au métabolisme cellulaire.

L'action de l'écosystème marin semblant devoir être intéressante au niveau des échanges cellulaires une action limitante de l'activité bactérienne pourrait-être obtenue en même temps au moyen d'irrigations buccales par le jeu de la dilution. En effet les microbiologistes savent depuis longtemps que les cultures microbiennes riches ne donnent plus de subcultures à des dilutions voisines de 10^{-13} et que des cultures d'eau de mer très polluée deviennent négatives au-delà de 10^{-6}. Il semble donc que tout en limitant l'agression microbienne on puisse espérer une relance de l'activité cellulaire par mise à disposition d'éléments biotiques indispensables. Dans un article publié en 1911 Black lui-même était d'ailleurs favorable à ces irrigations buccales et n'avait pu décider si l'emploi de la brosse à dent était plus utile que ces irrigations.

Enfin la notion de chaleur de l'alimentation ne nous semble pas avoir été suffisamment étudiée en fonction de la pathologie des dents et du parodonte. La chaleur augmente en effet l'activité catabolique destructrice, il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la fluor ait une action bénéfique sur les dents puisque d'après Polonovski il bloquerait la respiration des ostéoblastes par l'intermédiaire de l'enolase, donc du catabolisme destructeur. L'eau de mer peut apporter à la muqueuse buccale les éléments que l'anabolisme ne fournirait pas dans ce cas en quantité suffisante ou qui pourraient être détruit par la chaleur importante que peut tolérer le milieu buccal (70º et même plus dans certains cas), alors que la température cellulaire "physiologiquement" maxima semblerait se situer vers 44º et que celle de l'émail dentaire n'est que de 30º6 (Brown et Goldberg).

3) Valeur des cures marines.

Les cures marines semblent rééquilibrer les grandes fonctions de l'organisme et favoriser les réactions chimiques au niveau des tissus. Ces actions bénéfiques seraient obtenues en particulier grâce à l'ionisation atmosphérique qui serait supérieure à celle des autres régions. Le long des mers agitées les aérosols marins porteraient des particules relativement

grosses $\frac{Na}{K}$ = 28 (M. Fontaine) rapport donc proche de celui de l'eau de mer, ces grosses particules retomberaient rapidement. Par temps calme des particules très petites de 1 micron dont le rapport $\frac{NA}{k}$ serait au contraire très faible (2 à 4) s'envoleraient dans l'atmosphère, elles seraient capables d'aller très haut et très loin, ce sont celles que l'on retrouverait dans les pluies et dans les retombées sèches à l'intérieur des continents. C'est pour ces raisons qu'il est généralement admis que les cures marines faites près des zones où la mer est agitée sont plus efficaces.

Enfin si l'on attend du point de vue local une action des éléments "vivants" de l'eau de mer, ces éléments n'auront toute leur efficacité qu'utilisés rapidement donc sur place, la conservation pouvant plus ou moins altérer ces éléments biotiques.

C. Raisons d'une inconstance éventuelle des résultats thérapeutiques.

Il semble indispensable de préciser que dans notre pensée l'usage de l'eau de mer ne doit pas être considérée comme une thérapeutique susceptible de traiter des affections pathologiques mais seulement comme une thérapeutique susceptible de "relancer" l'activité physiologique de la cellule provisoirement perturbée.

Vu sous cet angle, l'inconstance éventuelle des résultats pourra être dûe à trois raisons principales :

1. le rythme biologique de la mer pourra faire varier la composition de la biocenose et du biotope marin suivant les époques et les lieux.
2. l'eau de mer utilisée à distance donc longtemps après son prélèvement pourra avoir perdu ses facteurs vivants de relance cellulaire. Il pourrait en être de même d'une eau de mer chauffée.
3. enfin la perméabilité sélective de la membrane cellulaire aura pu être plus ou moins amoindrie en fonction du degré d'atteinte de la cellule.

On peut se rendre compte, après cet exposé que la complexité de l'écosystème marin est telle qu'il n'est pas possible de proposer des schémas thérapeutiques dans le travail nécessairement limité d'une thèse.

Pour terminer, reconnaissons qu'en notre ère scientifique tous les traitements qui font appel aux éléments naturels comme la thalassothérapie sont actuellement empreints d'un certain ésotérisme voire d'un mysticisme poétique lui conférant un aspect de "retour aux sources". Cette étude aura cependant atteint son but si elle a pu aider à comprendre l'intérêt de l'eau de mer en odonto-stomatologie, contribuer à son étude et susciter son utilisation sous l'angle d'une relance de la physiologie cellulaire.

-:-

Vu :

Le Président :

Signé : Mme A. CHAPUT

Vu :

Le Président de
l'Université Paris VI :

Signé : M. HERPIN

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris :

Signé : R. MALLET

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT (M. et J.)
Océanographie Médicale
1 vol. Ed. Gauthier-Villars, 1969.

AUBERT (M.), AUBERT (J.), GAUTHIER (M.), PESANDO (D.).
Etude des phénomènes antibiotiques liés à une efflorescence de péridiniens.
Revue Internationale d'océanographie médicale, 1967, 6 7, p. 43.

AUBERT (M.).
Variations de l'action antibactérienne de l'eau de mer d'une zone marine du large en fonction des facteurs planctoniques et physico-chimiques sur un cycle annuel.
Thèse de Doctorat d'Université Aix-Marseille 1965.
Cahiers du Centre d'études et de Recherches de biologie et d'océanographie médicale, 1965, 19-20, p. 278.

AUBERT (M.) et GAUTHIER (M.).
Origine et Nature des substances antibiotiques présentes dans le milieu marin.
Revue Internationale d'océanographie médicale, 1967, 5, p. 63.

AUBERT (M.), GAUTHIER (M.), DANIEL (S.).
Activité antibactérienne d'une diatomée marine : Astérionella Japonica.
Revue Internationale d'océanographie médicale, 1966 I p. 35.

AUBERT (M.)
Cultiver l'Océan
1 vol. Ed. P.U.F., 1966 (Coll : la Science vivante).

ARNAUD (Cl.)
L'océanographie science naissante.
Diagrammes nº 89, juillet 1964, Ed. Du Cap Monte-Carlo

ARNAUD (Cl.)
Le fond des océans terre inconnue.
Diagrammes nº 19 septembre 1958, Ed. du Cap Monte-Carlo

BASTIEN (F.) et RIVOLIER (J.)
Ions atmosphériques et Biologie.
"Bioclimat" nº 3, 1969, p. 26.
Ed. O.F.R.B., 196, rue de l'Université PARIS VIIe

BAUDOT (J.)
Problèmes circulatoires des extrémités parodontaires
(Thèse de doctorat en chirurgie dentaire, Nancy 1971)

BENEZECH (C.)
L'eau base structurale et fonctionnelle des êtres vivants.
1 vol. Ed. Masson, 1962.

BERKALOFF, BOURGET, FAVARD, GUINNEBAULT.
Biologie et Physiologie cellulaire
1 vol. Ed. Hermann, Paris 1967 p. 317 (coll Méthodes).

BINET (L.)
Comment se défend l'organisme
Ed. P.U.F., 1952, Coll. "Que sais-je" nº5

BOISNIERE (J.)
Contribution à l'étude du traitement thalassothérapique des gingivites et des états pyorrhéïques
(XXVIe J.D.I.P.).
L'Odontologie, 1952, 73, p. 658.

BOISNIERE (J.)
Thalassothérapie gingivale.
P.O.S. nº 1.110.

BOSSARD (F.J.)
Réactivation par le sel marin.
P.O.S., nº 893.

BOMBARD (A.)
Naufragé Volontaire
1 vol. Ed. de Paris, 1953.

BOSSARD (F.J.).
Le rôle du sel dans la prophylaxie et la thérapeutique gingivale.
Art dentaire. Paris, 1948, 1, (№5), p. 7.

BOSSARD (F.J.).
Hyperhydratation.
CH. Dentiste de Fr., 1965, 35, nº 14, p. 37.

BOUTBOUL (F.).
Contribution à l'étude de PH salivaire
(Thèse de doctorat en Chirurgie Dentaire, Montpellier, 1971.)

BRISOU (J.).
Microbiologie du Milieu Marin.
1 vol. Ed. Flammarion, PARIS ,1955.

BRISOU (J.).
Mécanismes physico-chimiques de l'auto-épuration de l'eau de mer.
(Rev. Hyg. et Med. Soc., 1965, 13, p. 359)

BRISOU (J.).
Que penser du pouvoir antibiotique de l'eau de mer.
Presse Médicale, 1964, 48, p. 2887.

BRISOU (J.).
Plancton marin et Antibiose.
Pathologie-Biologie, 1965, 13, p. 796. Ed. L'expansion.

BRISOU (J.).
La part du plancton dans les processus d'auto-épuration de l'eau de mer.
Arch. Roum. Path. Exp. Microbiol.

BRISOU (J.).
Mise en évidence des formes "masquées" d'Escherichia Coli dans les eaux de mer.
C.R. de Séances de la Ste. de Biologie, 1967, 161, P. 901.

BRISOU (J.).
Survie des bactéries pathogènes dans les eaux douces et le milieu marin.
Semaine des Hôpitaux, 1962, 38, p. 3913.

BRISOU (J.)
Limites de l'auto-épuration et de la bio-dégradation
Rev. Hyg. et Med. Soc., 1969, 17, p. 19.

BRISOU (J.).
Action des produits extraits des algues marines sur les bactéries.
Rev. Hyg. et Med. Soc., 15, Nº 5, p. 403.

BRISOU (J.), RAUTLIN de la ROY (Y.).
Action de l'acide acrylique sur St. Auréus et quelques coliformes.
C.R. de Séances de la Ste de Sociologie., 1964, CLVIII, p. 642.

BRISOU (J.), RAUTLIN de la ROY (Y.), RIGOMMIER (D.).
Milieu Marin et Antibiose
Rev. d'Immunologie Paris, 28, p. 311.

BRISOU (J.), TYSSET (C.), MOREAU (R.) et DENIS (F.).
Inventaires des bactéries halophiles strictes.
Commentaires de Microbiologie du Lab. Le Dantec
Univ. de Poitiers., 1970, 10, 137 pages.

BRISOU (J.), RAUTLIN de la ROY (Y.).
La matière organique totale dans l'eau de mer.
Commentaires de Microbiol. du Laboratoire Le Dantec.
Université de Poitiers, 1966, 1.

BRISOU (J.), MOREAU (R.)
Présence des bactéries halophiles strictes dans les eaux de source et les eaux du lac Chambon.
C.R. Acad. Sc. Paris, 1969, 268, p. 2525.

BRISOU (J.), CHAPUIS (Y.), SUDRE (C), RAUTLIN de la ROY (Y.).
Candidoses et bains de mer.
Bordeaux Médical, 1968, 12, p. 2385.

BRISOU (J.), RAUTLIN de la ROY (Y.).
Répartition verticale des bactéries hétérotrophes en haute mer, Atlantique Nord Station Juliett 52ºN, 20ºW.
Bull. de l'Inst. Océan. de Monaco, 1966, 66, nº 1361.

CANNON (W.B.).
La sagesse du Corps Edit. La nouvelle revue critique
Paris, 1946 -(épuisé).

CHAPUT (A.), BOSSARD (F.J.).
L'Hygiène quotidienne Bucco-dentaire.
Rev. Franç., d'Odont., Stomat., 1970, 7, p. 970.

CHAPUT(A.).
Stomatologie.
1 vol. Flammarion, 1967.

CHAPUT (A.), CAPELLE (J.), TANANT (E.).
Hygiène et Physio-Thérapie locale des parondontolyses
Enc. Medic. Chur. Stom 11 fasc., 23602 A 11

CHAPUT (A.), NEMETH, NEU (E.).
Traitement des parodontolyses
Introduction
Enc. Med. Chir. Stom. 11 fasc., 23601 A 10.

CHATELLIER (J.) et FOUSSADIER (J.).
Considérations sur la thérapeutique tissulaire dans le traitement de la parodontose.
Parodontologie, 1953, 7, P. 113.

CHATELLIER (J.) et FOUSSADIER (J.).
Le terrain pyorrhéique et son traitement.
Revue de Stomat., 1958, 59, p. 702.

CLAUSSE (R.).
La Météorologie et l'environnement marin.
Ouest Médical, 1971, 24, p. 351.
Ed. l'Expansion.

DELIBEROS (J.).
Pathologie des dents et du parodonte.
Ed. Baillière, PARIS, 1958.

DUBARRY (J.J.).
De la Pelothérapie thermale à la Pélothérapie marine.
Cahiers de Centre d'études et de recherches de biologie et d'océanographie médicale, 19-91, p. 25.

DUHOT (E.), FONTAN (M.).
Le Thermalisme.
Ed. P.U.F., 1963, (Coll. Que sais-je ? Nº 229).

DURVY (A.J.).
Rapports entre bactéries et quelques produits élaborés par le phyto-plancton conséquences en hygiène médicale
Thèse Doctorat Médecine, Bordeaux, 1966, nº 179

ENGEL (L.)
La Mer.
Ed. Life, 1963.

FONTAINE (M.).
Introduction à l'océanographie
Compte Rendu de l'A.F.A.S.
Sciences I , nº 6.

GAUTHIER (M.)
Activité Antibactérienne d'une diatomée marine : Astérionella Japonica.
D.E.S. (Sciences) Univ. de Marseille-Lumigny, 1970,
Ed. C.E.R.B.O.M.

GOUDOT (A.), BERTRAND (D.).
Les oligo-éléments.
Ed. P.U.F., 1968 (Coll. Que sais-je ? , nº 1010).

GREGORY (L.P.).
L'origine de la Vie.
Diagrammes nº 22. Dec., 1958, Ed. du Cap. Monte-Carlo;

HARUHIKO (T.).
Médical aspects of Minamata Diseases.
Revue Internationale Océanographique médicale.
1968, 13-14, p. 5.

HELD (A.J.).
Réactivation parodontale par l'hypertonothérapie.
"Les Parodontopathies".
Rapp. et COmm. de l'A.R.P.A.
XVIIe Congrès, Athènes Avril 1963, p. 366.

HELD (A.J.) et CHAPUT (A.).
"Les Parodontolyses"
1 vol. éd. R. Foulon, 29 rue Deparcieux
Paris XIVe -(1941).

HULIN (Ch.).
"Les Parodontoses Pyorrhéiques"
1959, Ed. Prélat, Paris.

HUMMER (M.).
Importance comparative dans les acrosyndromes et les Parodontopathies.
Thèse de doctorat en chirurgie dentaire, Nancy, 1971.

JARD (S.).
Le mécanisme d'action de l'hormone antidiurétique.
Journal de Physiologie, 1971, 63, p. 99.

KLEINFINGER (S.).
Incidence prothétique du PH. Salivaire et de ses variations chez les édentés partiels et totaux.
Thèse de Doctorat en chirurgie dentaire, Paris 1971 N°151.

KLUCZKA (J.).
Le sel dans le traitement des affections parodontaires. inflammatoires.
Rev. Franç. d'odont., Stomat., 1963, X, p. 218.

LABORIT (H.).
Résistance et Soumission en Physio-Biologie.
1 vol., Ed. Masson, 1954.

LABORIT (H.).
Réaction organique à l'agression et au choc.
1 vol. Ed. Masson, 1955.

LARIVIERE (A.).
Les cures Marines.
1 vol. Ed. Aubier, 1958.

LE FLOCH (M.J.).
Néoformation de Co^2 et d'iode intratissulaire en thérapeutique Buccale Marine.
Perros-Guirec-Roscoff, Dent. de Fr., oct. 1956.

LIMONAT DE KERIMEL (Y.).
Bilan de dix années de traitement des coxathroses dans un centre de thalassothérapie.
Thèse de Doctorat en Médecine, Toulouse, 1965.

MAHE (A.).
Le secret de nos origines.
1 vol. Ed. La Colombe, 1962.

MARGAT (C.).
Considérations générales sur le Vieillissement.
Principes généraux de traitement et place de la Thalassothérapie. Cahiers du Centre d'études et de recherches de biologie et d'océanographie médicale., 1963, 2 p.41.

MONOD (J.).
Recherche sur la croissance des cultures bactériennes.
1 vol. Ed. Hermann, Paris 1942.

MÜLLER (D.).
La gingivite et son traitement par la pâte au sel.
Thérapeutische Umschau, 1949, 5, p. 185.

NOEPPEL (O.).
Pharmacologie et Pharmacothérapie dentaire.
Monographies de la pratique stomatologique.
Ed. Masson, 1958.

PERES (J.M.) et DEVEZE (L.).
Océanographie Biologique et biologie marine.
2 Tomes Ed. P.U.F., 1961.

PEULTIER (N.), FRANCK (R.M.), KLEMANSKY.
Effets des chocs thermiques sur l'émail humain.
Revue, Mens. Suisse d'Odont. Stom., 1967, I, p. 190.

PHILLIPS (J.E.).
Effets de l'irritation de l'eau sur la muqueuse buccale et sur la santé de la gencive.
Ch. Dentiste de Fr., 1er janvier 1969, 39, p. 37.

PIERI (J.).
La thérapeutique Hydro-Climatologique en pratique médicale.
Edit. Lib. des Fac., 174 Bd St Germain, Paris.

PINCEMIN (J.M.).
Le problème de l'eau rouge.
Revue Internationale d'Océanographie médicale, 1969, 13 - 14, p. 181.

POSTEL (E.).
Les ressources minérales de l'eau de mer . Eléments dissous et figurés.
La Vie Médicale, nº Spécial, mai 1969, p. 19.

QUINTON (R.).
Eau de mer, milieu organique.
Ed. Masson, 1912, (épuisé).

RACADOT (J.) et WEILL (R.).
Histologie dentaire.
1 vol. Ed. Masson et Prelat, 1966.

DE RAUTLIN DE LA ROY (Y.).
Stratification des bactéries hétérotrophes dans l'océan Atlantique Nord-Station Alpha 62º N - 33º W.
C.R. de Séances de la Sté de Biologie, 1967, 161, p.675.

DE RAUTLIN DE LA ROY (Y.).
Contribution à l'écologie bactérienne de l'océan Atlantique Nord. Application à l'océanographie.
C.R. Acad. de Sc. , Paris 1967, 265, p. 2135.

REINBERG (A.).
Le Sodium et la Vie.
Ed. P.U.F., 1964, Colo. Que sais-je ?, nº 1110.

REITHER.
Le Sel dans les stomatites après appareillage.
Rev. Franç. Odont-Stom., 1964,XI, nº 1, p. 45.

RIGOMMIER (D.).
Contribution à l'étude du rôle du plancton dans la répartition des bactéries hétérotrophes et oligotrophes des océans.
Commentaires de Microbiologie du lab. Le Dantec, Univ. de Poitiers, nº 7, déc. 68, 78 p.

RIVOLIER (J.).
Possibilités de la Recherche Bioclimatologique.
Bioclimat, 1969, 2, p. 23. O.F.R.S., 196 rue de l'Université, Paris VIIe

RIVOLIER (J.).
La biométéorologie.
Diagrammes, nº 95, janvier 1965.
Ed. du Cap, Monte-Carlo.

ROMANOWSKY, FRANCIS, BOEUF (Cl.).
La mer.
Edit. Larousse, 1953.

ROSTAND (J.).
La Vie.
Edit. Larousse, 1962.

STEFANESCO (S.) et BONCIU (O.).
Considérations sur l'innocuité des traitements par les limons thérapeutiques.
Revue Internationale d'océanographie médicale 1967, 6-7 p. 111.

TCHIJEVSKI.
Applications thérapeutiques de l'aéro-ionisation artificielle négative.
1 vol. Ed. Le François, Paris, 1936.

TREGOUBOFF (G.). RoSE (M.).
Manuel de Planctonologie méditerranéenne.
2 vol., Ed. C.N.R.S.

TYSSET (E.), BRISOU (J.), CUDENNEC (A.).
Des contaminations possibles de l'homme par les bains en eaux de mer polluée. Mesures prophylactiques envisagées.
Bull. de l'Ass. des Dipl. en Microbiologie de la Fac, de Pharm. de Nancy, 1968, 109, Ed. Sté d'impressions typographiques, Nancy.

VERHAEFHE (P.).
Variation de la Biomasse Planctonique sur quelques applications possibles en thérapeutique.
Thèse de Doctorat en Médecine, Paris, 1962.

WEILL (R.), BOSSARD (F.J.).
Démonstration histo-autoradiographique des variations de la perméabilité de la muqueuse buccale soumise à différents agents.
Comptes-rendus de l'A.R.P.A., Congrès de Vienne.

WEISSENFLUH (H. Von).
Balnéologie en Médecine dentaire.
P.O.S., nº 411.

-:-

TABLE DES MATIERES

Pages

Plan 14

Introduction 16

But et limites 17
Avertissement 18
Historique 19

Intérêt médical de l'eau de Mer (Travaux de Quinton) 20

Composition de l'eau de mer 25

Propriétés de l'eau de mer 45

Eléments du milieu marin hostiles à l'homme 55

Eléments du milieu marin utiles à l'homme 66

Utilisation médicale de l'eau de mer : Thalassothérapie 68
et Pélothérapie 78

Recherche des éléments thérapeutiques de l'eau de mer 83

I. Possibilité d'action antibactérienne 86

a) cultures de bactéries aérobies sur différentes eaux de mer pures non enrichies 86

Discussion - Valeur des différents facteurs défavorables au développement bactérien dans l'eau de mer 89

b) cultures comparatives de bactéries issues de la flore de Veillon sur milieux V.L. enrichis préparés parallèlement à l'eau douce et à l'eau de mer 103

Discussion 106

c) Influence de l'eau de mer sur l'activité de plusieurs antibiotiques et antiseptiques 107

II. Possibilité d'action au niveau des échanges transmembranaires 111

"L'eau biologique" 112

"Chaleur et milieu buccal" 130

Expérimentation de laboratoire : "Mesures des températures rencontrées en bouche" 131

Discussion des résultats : (Importance de la notion de chaleur dans les échanges osmotiques) 137

Nomadisme et désordres buccaux 137

Matière, vie et chaleur 137

La chaleur agent d'agression physique, chimique et biologique 139

Chaleur et Phylogénèse 141

Intérêt de l'eau de mer vis à vis de l'hypercatabolisme 142

III. Possibilité d'action du climat marin comme adjuvant favorable au milieu buccal 146

Résumé 153

Conclusions : 155

- L'eau de mer ne peut être utilisée toujours en toute innocuité 155
- L'eau de mer ne peut avoir d'action antibactérienne en milieu buccal 156
- L'eau de mer peut avoir une action au niveau des échanges transmembranaires 156
- Valeur intéressante des cures marines 157
- Raisons d'une inconstance éventuelle des résultats thérapeutiques 158